

Til
Billund Lufthavn

Dokumenttype
Rapport

Dato
Maj, 2016 (rev. sept. 2017)

BIDRAG TIL VVM FOR NY BANE TIL BILLUND NEDGRAVET STATION



Revision **1**
Dato **19-09-2017**
Udarbejdet af **Diverse forfattere**
Kontrolleret af **Rasmus Skifter Nyholm**
Godkendt af **Rasmus Skifter Nyholm**
Beskrivelse **Bidrag til VVM for Ny bane til Billund**

Ref.

Dokument ID 1100017578-1084651973-13

Version 1.0

INDHOLD

1	ANLÆGSBESKRIVELSE	3
1.1	Linjeføring og længdeprofil	4
1.1.1	Hovedspor	4
1.1.2	Overhalingsspor	5
1.2	Tværsnit	5
1.2.1	Fritrumsprofil	6
1.3	Kørestrøm	7
1.3.1	Afskærmning ved overførsler	7
1.3.2	Afskærmning mod sider hvor banen er nedsænket.	7
1.4	Køretidsberegning	7
1.5	Perron	8
1.6	Tunnel	9
1.7	Sikringsanlæg	10
1.8	Veje og stier	10
1.8.1	St. 17+002 Udkørsel fra P-område	10
1.8.2	St. 17+280 Passagerterminalen	11
1.8.3	St. 18+060 Adgangsvej til Hotel Zleep.	12
1.9	Afvanding	13
1.9.1	Baneafvanding	13
1.9.2	Afvanding ved perron	14
1.9.3	Afvanding af tunnel	15
1.9.4	Afvanding af skråninger/sekundært grundvand	16
1.9.5	Pumpning og udligningsbassin	16
1.9.6	Forsinkelse og udledning	17
1.9.7	Vejafvanding	17
1.9.8	Omlægning af eksisterende ledninger	18
1.10	Udførelsesplan/arbejdsbeskrivelse	18
1.11	Materiel og arbejdstider	19
1.11.1	Jordarbejde	19
1.11.2	Sporarbejde	19

BILAG

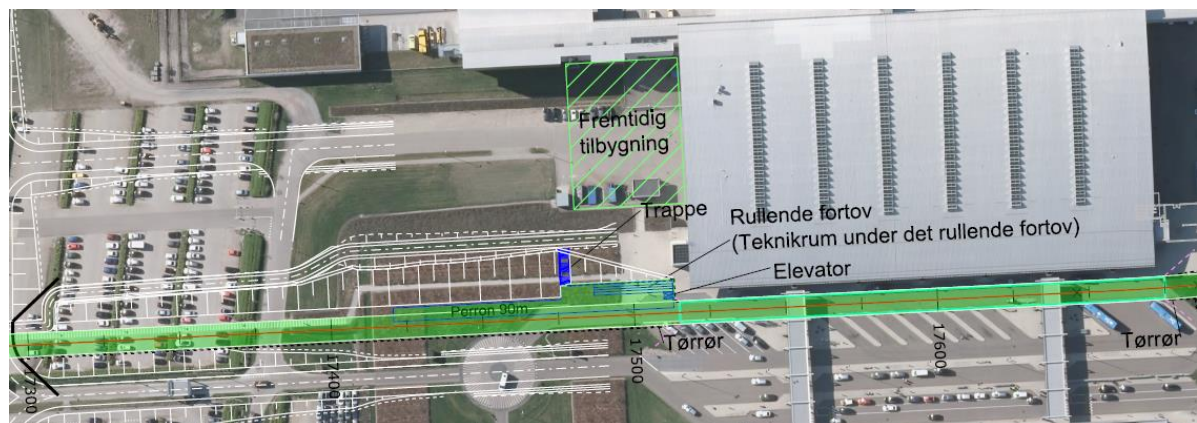
Ingen bilag.

1 ANLÆGSBESKRIVELSE

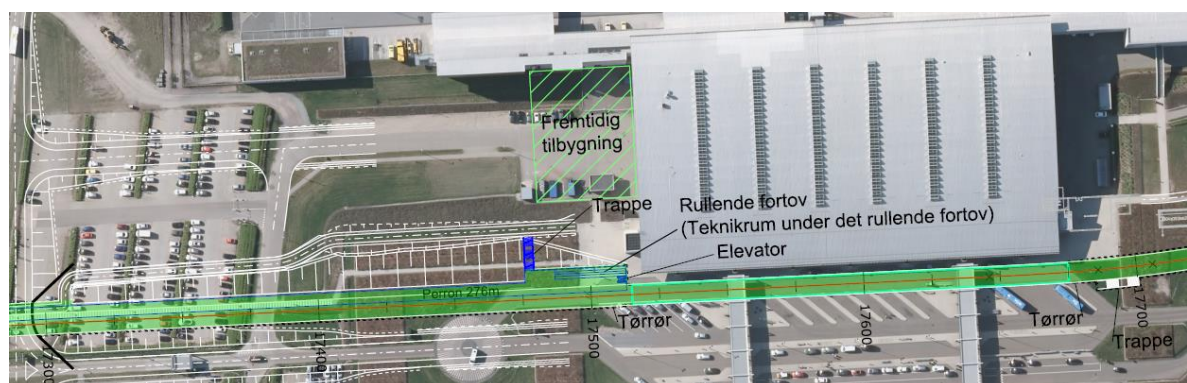
I forbindelse med Banedanmarks projekt 'Ny bane til Billund' er der undersøgt en alternativ tunnelloøsning forbi Billund Lufthavn. Alternativet omfatter etablering af nedgravet station, en tunnel under forpladsen forbi terminalbygningen (160 meter), samt nye vejforbindelser internt på lufthavnens arealer.

Da den endelige perronlængde ikke er fastlagt, er der set på to tilvalg:

- Tilvalg 1: Perronlængde på 90 meter
- Tilvalg 2: Perronlængde på 276 meter



Figur 1. Tunnelloøsning med tilvalg af perronlængde på 90 m.



Figur 2. Tunnelloøsning med tilvalg af perronlængde 276 m.

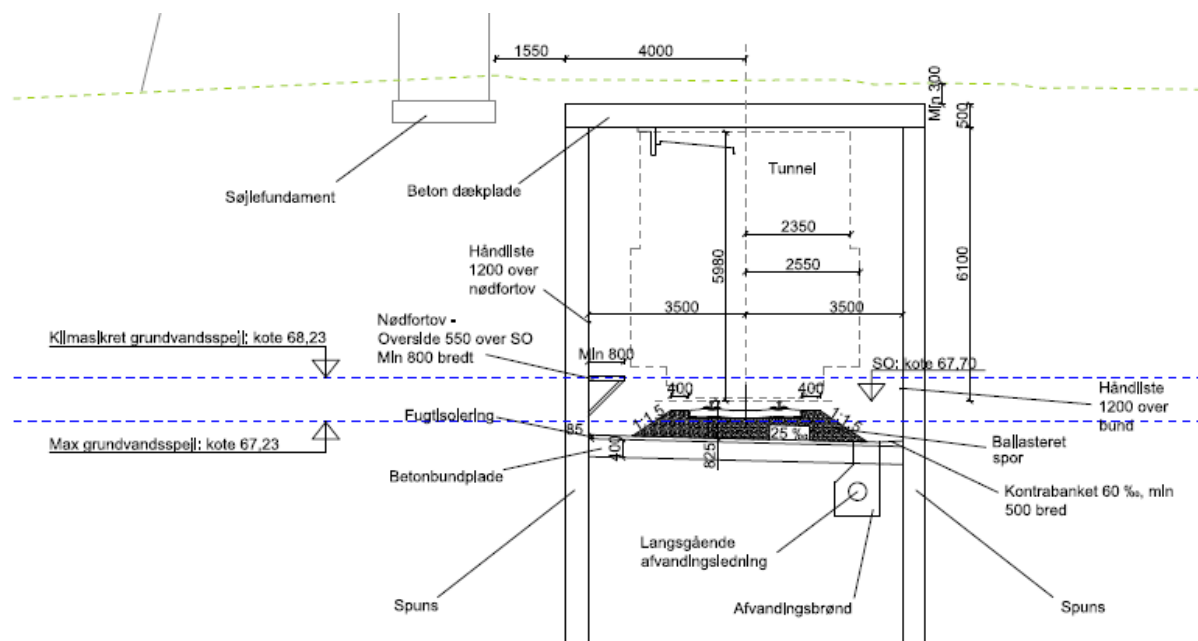
For at undgå, at banen afskærer fri adgang mod parkeringsarealerne og væsentlig indskrænkning af plads til fodgængere mellem terminalbygningen og den nye bane, sænkes banen foran terminalbygningen, så den forløber i en tunnel. Derved kan det nuværende terrænniveau foran terminalbygningen bibeholdes. Perronområdet vil blive placeret mod øst ift. terminalbygningen. Perronerne er forudsat til at have en minimums bredde på 4,5 meter. Overhalingsspor er placeret umiddelbart øst for lufthavnens parkeringsarealer.

På grund af høj grundvandsstand skal tunnelen samt en banestrækning på begge sider af tunnelen opbygges med vandtæt bund og vægge/trug. Den samlede længde af strækningen med tæt

bund varierer ved de to tilvalg. Ved tilvalg 1 af perroner på 90 meter er udstrækningen ca. 736 meter og ved tilvalg af perroner på 276 meter er udstrækningen ca. 796 meter.

Sporet opbygges som spor med ballast på hele strækningen med vandtæt bund. Der anvendes dog ikke underballast, men kun ballastskærver oven på betonpladen. Uden for strækningen med tæt bund anvendes almindeligt spor med ballast og underballast.

Banen anlægges med UIC60 skinner på betonsveller i skærveballast. Sporet dimensioneres til et akseltryk på op til 22,5 ton.



Figur 3. Princip tværsnit af tunnel.

1.1 Linjeføring og længdeprofil

1.1.1 Hovedspor

De dimensionsgivende hastigheder for banen er 120 km/t og 80 km/t. Hastigheden ændrer sig fra 120 km/t til 80 km/t ved perronen på Billund Lufthavn, så hastigheden øst for perronen (mod Jelling) er 120 km/t og vest for perronen (mod Billund) 80 km/t.

Den mindste kurveradius inden for den alternative linjeføring er $R=500$ meter og den mindste afrundingsradius til længdeprofilen er $R=5500$ meter, og ligger dermed indenfor normalbestemmelserne. Største gradient på sporet er 15,6 ‰, som overholder undtagelsesbestemmelserne for blandet gods- og passagertrafik. Der vil skulle søges en dispensation hos Banedanmark til anvendelse af en gradient på 15,6 ‰.

Da nødvendig perronlængde endnu ikke er fastlagt, er der udarbejdet længdeprofil for både en 90 meter og 276 meter perron. Den horisontale linjeføring er identisk for begge perronløsninger.

Der er følgende bindinger til sporprojektet:

- I st. 17+000 ligger vej og bane i niveau i overkørsel ved den østlige afgrænsning af lufthavnens parkeringsplads.

- I st. 17+290 føres vej over banen på vejbro på lufthavnens parkeringsplads
- Mellem st. 17+515 – 17+675 ligger banen i tunnel foran terminalbygningen.
- I st. 18+059 føres vej over banen på vejbro til Hotel Zleep

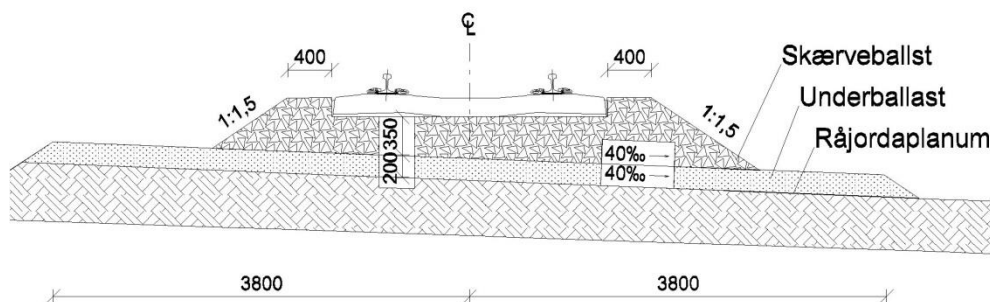
1.1.2 Overhalingsspor

Overhalingssporet på ca. 625 meter anlægges øst for lufthavnens terminal fra ca. st. 16+345-16+970. I forbindelse med overhalingssporet anlægges to sporskifter af typen UIC60 R500 1:14 blad 8252. Hastigheden i overhalingssporet er dimensioneret til 60 km/t.

Overhalingssporet er placeret ens uanset perrontilvalg. I et senere detailprojektet kan den endelige placering evt. optimeres i forhold til den endelige perron m.m. Samtidig kan længden af overhalingssporet optimeres. Overhalingssporet vil kunne bruges som opstillingsspor, da gradienterne for sporet er 2,5 ‰, hvilket overholder krav for spor til opstilling.

1.2 Tværsnit

Sporet opbygges uden for tunnelen og det vandtætte trug som et normalt spor med ballast jævnfør reglerne for nyanlæg i henhold til BN1-6-5 afsnit 15 (se Figur 4).



Figur 4. Opbygning af spor med ballast ved nyanlæg.

På grund af det højtstående grundvandsspejl er det nødvendigt at udføre sporet med tæt bund fra st. 17+022 til st. 17+818 for tilvalget af perron på 276 meter, og fra st. 17+082 for tilvalget af perron på 90 meter

Generelt udformes betontrugene i henhold til afstandskravene i BN1-59-4, 9.2.1 for tværsnit, hvor der opbygges et langsgående skot. Endvidere respekteres BN1 kravene i BN1-59-4, afsnit 9.2.2, til fritrum omkring spor for sporbærende broer.

Hvor der i forvejen er behov for indfatningsvægge, vil de blive anvendt som den ene side i det vandtætte trug. Betontrugene er i øvrigt forudsat udført med fugtisolering af type I på oversiden af bundpladen. På grund af begrænset længdefald i trugene kan det desuden være nødvendigt at etablere kunstigt rendestensfald.

Trugene skal sikres mod opdrift. På de delstrækninger, hvor den ene side af trugene udgøres af forankrede spunsvægge, kan ankerkraften anvendes som modhold for opdrift. På de øvrige delstrækninger skal trugene ved sin egen vægt have tilstrækkelig sikkerhed mod opdrift.

I Tabel 1 er konstruktionerne kort beskrevet og angivet med stationering.

Nr.	Stationering	Konstruktionsbeskrivelse	Bemærkninger
-----	--------------	--------------------------	--------------

Nr.	Stationering	Konstruktionsbeskrivelse	Bemærkninger
1	16+330 – 17+022/17+082	Ingen konstruktioner	Betonstruget er længere for alternativet med lang perron.
2	17+022/17+082 – 17+275	Betonstrug (enkeltspor)	Betonstruget er længere for alternativet med lang perron. Frie skråninger.
3	17+280 – 17+295	Rammebro over hhv. bane og forbindelsessti fra parkeringsplads til terminal. Konstruktionen udføres med tæt bund.	
4	17+295 – 17+410	Spunsvæg forankret til indborede jordankre på den nordlige side af banens tracé. Halvt betonstrug mod syd.	Frie skråninger mod syd.
5	17+410 – 17+515	Perron, elevatorårn og adgangstrappe. Spunsvæg mod nord forankret til indborede jordankre på hele strækningen. Spunsvæg mod syd på en del af strækningen. Bund som tæt betonplade.	
6	17+515 – 17+675	Cut and cover tunnel med vægge af rammede spunsvægge og loft af bærende betonplade. Bund som tæt betonplade.	Under forplads ud for terminalbygning
7	17+675 – 17+776	Spunsvægge på begge sider af bane. Åben afstivning i toppen. Bund som tæt betonplade.	Ud for sprinkleranlæg kan der ikke anvendes jordankre. Afstivning i toppen nødvendig.
8	17+776 – 17+940	Spunsvæg forankret med indborede jordankre på den nordlige side for opretholdelse af trafikken. Halvt betonstrug mod syd indtil st. 17.818.	Frie skråninger mod syd.
9	17+940 – 18+095	Spunsvægge forankret med indborede jordankre på begge sider af banen.	Ud for lufthavnshotellet
10	18+055 – 18+065	Rammebro over banen	Adgangsvej til hotellet.
11	18+095 – 18+235	Ingen konstruktioner	

Tabel 1. Konstruktionsbeskrivelse.

I de følgende afsnit beskrives konstruktionerne mere detaljeret. Bemærk, at afsnittene omhandler de forudsatte konstruktionstyper og derfor ikke er beskrevet kronologisk i forhold til stationeringsretningen, da de enkelte konstruktionstyper kan forekomme flere steder på strækningen.

1.2.1 Fritrumsprofil

Såvel de TSI-definerede fritrumsprofiler som profilerne defineret i Banedanmarks "Fritrumsprofiler" forventes at kunne overholdes uden større udfordringer. Det er antaget, at EBa profilet kræves i forbindelse med etablering af tunnelen, og 'Konstruktionsprofilet' som defineret i BN1-59-4 vil blive overholdt.

Den tilladte maks. hastighed i tunnelen medfører, at trykvariationer i tunnel og ved portaler ikke antager en størrelsesorden, der giver anledning til et "forstørret" tværsnit eller særlige portal

udformninger. Frihøjden i tunnelen er sat til 6,1 meter over SO, da sporet i den vestlige ende af tunnelen ligger med overhøjde.

1.3 Kørestrøm

Der benyttes overordnet set tre forskellige løsninger til anlæg af kørestrøm på forskellige delstrækninger i projektet. Alle løsninger er afprøvede standardløsninger, men da arbejdet skal udføres af Elektrificeringsprogrammet, bør de endelige løsninger afklares nøjere.

- Hvor banen er overdækket, benyttes standard broophæng eller tunnelophæng (specificeret af Elektrificeringsprogrammet).
- Hvor spunsen er tilstrækkelig høj, monteres perron-ophæng på spunsen.
- På øvrige delstrækninger monteres master. Perronophæng benyttes, hvor det er nødvendigt.

Anlægget til kørestrøm skal designes, så man undgår placering af vekselfelt i tunnelen, da det vil give ekstra krav til frihøjden i tunnelen. Dette anses for uproblematisk.

1.3.1 Afskærmning ved overførsler

Ved ind- og udkørslen til tunnelen og på hver side af krydsende broer monteres skærmtage (spærringer) i henhold til BN1-105-1 (FKI). Det medfører, at der på hver side af broer og tunnel skal monteres ca. seks skærmtage til dækning af pantograf og evt. forstærkningsledning. Returlederen forventes at skulle isoleres, hvorfor den ikke kræver yderligere afdækning.

1.3.2 Afskærmning mod sider hvor banen er nedsænket.

Da afstandskrav for benyttelse af banehegn i FKI ikke kan overholdes, skal der som minimum monteres beskyttelseshegn på 1,8 meter højde, hvor banen er nedsænket. Pantografen kommer ikke nærmere spunsen end de tilladte 2,5/3 meter. Der skal benyttes perronophæng, hvorved de strømførende dele kan holde en afstand fra spunsvæggen på omkring 2 meter.

Hvor strømførende dele i køreledningernes ophæng er placeret lavere end 3,2 m over det højest liggende terræn (Se FKI bilag 2.3.13 side 10), skal der monteres afskærmning af "solid wall" typen på minimum 1,8 meters højde. Masteplaceringen bør så vidt muligt foretages, så man undgår, at strømførende dele er placeret mellem 0,8 og 3,2 meter over højest liggende terræn, da denne placering vil kræve, at "solid wall" er højere end 1,8 meter. Da "solid wall" løsningen er beskrevet i DS/EN 50122 og ikke i FKI, skal der søges BN1 dispensation for at benytte løsningen.

Hvor der er spunsvæg på den ene side og skråning på den anden, kan man undgå kravet om "solid wall" ved at montere master på skråningssiden. Returlederen bør være isoleret, medmindre man benytter en "solid wall" løsning på hele den nedsænkede del.

1.4 Køretidsberegning

Resultater af køretidsberegningen ses i tabellen herunder. Tabellen viser, hvor meget ekstra køretid man kan forvente ved at anvende tunnelalternativet frem for en sporløsning i terræn ved terminalbygning på Billund Lufthavn.

Køretiden er beregnet for to forskellige Desiro tog (med henholdsvis 315 og 335 kW motor) samt et LINT tog (lignende Desiro-toget, dog fra anden producent). Resultaterne viser ret klart, at der ikke er stor forskel på, om toget kører i terræn eller i tunnel forbi Billund Lufthavn. De lette tog klarer tunnelramperne forholdsvis let, og medfører ikke væsentlig forøget køretid.

Togtype	Retning	Forskel
Desiro 335 kW	Mod Billund	2 s
	Mod Jelling	5 s
Desiro 315 kW	Mod Billund	2 s

	Mod Jelling	6 s
LINT	Mod Billund	4 s
	Mod Jelling	9 s

Tabel 2. Ekstra køretid ved tunnelalternativ.

1.5 Perron

Perronen kommer ved løsningen i konflikt med det høje grundvand. Derfor er perronområdet udført som en del af den vandtætte konstruktion. Selve opbygningen af perronen vil bestå af vandtæt bundplade med en belægning af almindelige fliser og ledelinjer lagt i afretningslag. Se Figur 5.

Under det rullende fortov placeres et installationsrum med adgang fra tunnelen via vandtæt installationssskakt under perronen.

Der etableres adgangsvej fra forpladsen til perronen via et rullende fortov, samt adgangstrappe fra skråningen mod syd. Placering af adgangstrappen kan optimeres i detailprojektet. Derudover etableres et elevatortårn, som udover opfyldelse af tilgængelighedskrav, fungerer som beredskabs båretransportvej ved redning. Endvidere er der ved tilvalg 2 (276m perron) adgang til perronens østlige ende fra p-arealerne.

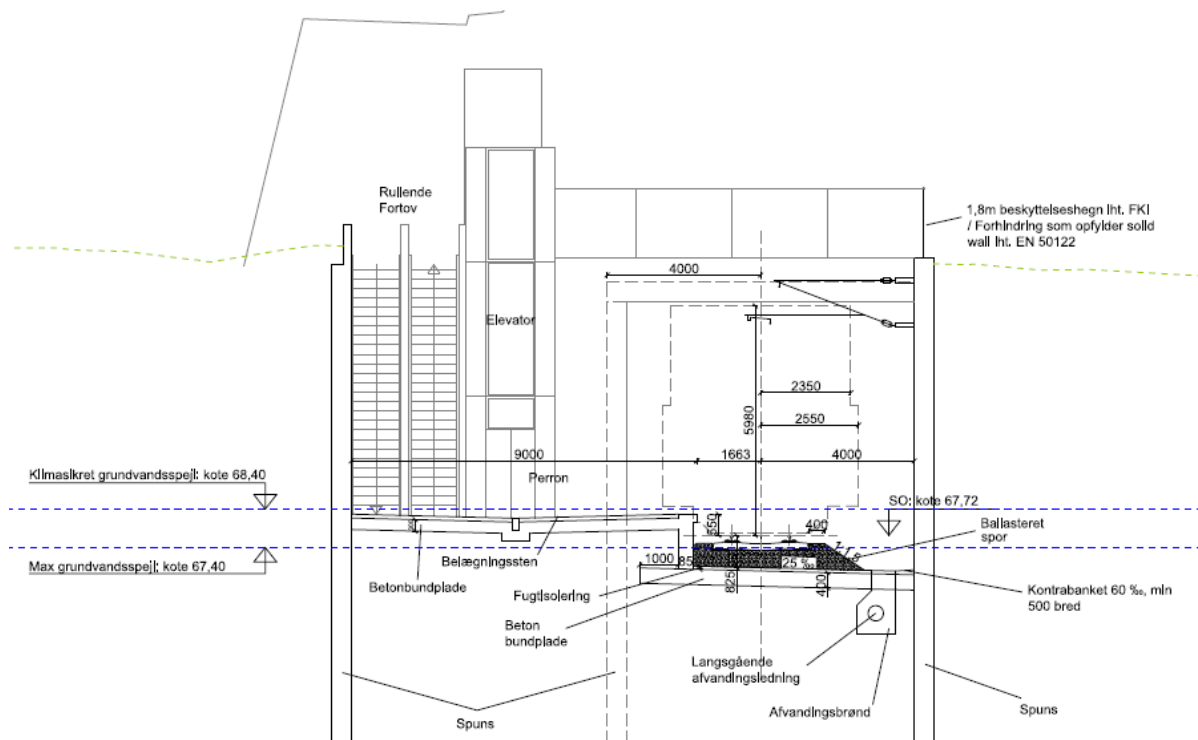
Perronen vil skulle overholde Banedanmarks norm BN1-9-2 "Sikkerheds- og opholdszoner på perroner" samt afsnit omhandlende perron i TSI INF og TSI PRM.

Bredden af perronen er 9 meter ved adgangsområdet, hvor elevator, trappe og rulletrapper giver adgang til perronen. Den øvrige bredde af perronen er sat til 4,5 meter.

De 4,5 meter svarer til følgende iht. BN1-9-2:

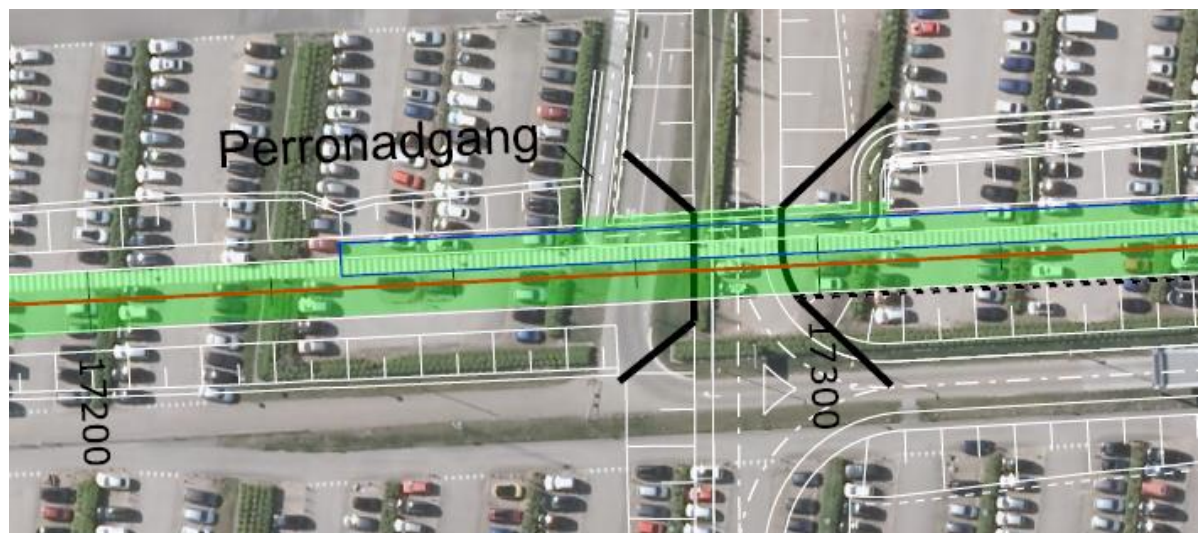
- 0,85 m sikkerhedszone
- 2,00 m opholdszone
- 1,65 m udstyrszone

Perronen er som udgangspunkt ikke overdækket, og det vil derfor være nødvendigt at opstille læskærme/venterum i udstyrszonen.



Figur 5. Tværsnit ved perron.

Ved den 276 meter lange perron vil der under vejbroen i st. 17+280 være passage via perron-areallet til og fra de sydøstlige parkeringsområder og op til terminalbygningen. Se Figur 6.



Figur 6. Der vil være passage mellem det sydlige parkeringsareal til terminalen for gående på perronen under vejbroen i st. 17+280.

1.6 Tunnel

Tunnelen udføres fra st. 17+515 til 17+675 som en 'cut-and-cover' tunnel med vægge af nedrammede spunsvægge. Overbygningen udføres som en slaptarmet betonplade.

Bunden i tunnelen opbygges som en tæt betonplade beliggende med oversiden ca. 0,8 meter under sporenes overkant. Sporet udføres med normal ballastopbygning.

Den frie afstand fra spormidte til forsiden af spunsvæggene er forudsat 3,5 meter jævnt BN1-59-4, 9.2.4, der tillader den normale minimumsafstand på 4 meter reduceret til 3,5 meter for fuldt jorddækkede tunneler under forudsætning af, at der monteres en håndliste i hele tunnelens længde. Den frie bredde i tunnelen bliver 7,0 meter. Der er forudsat en frihøjde i tunnelen på 6,1 meter. Bestående af Fritrumsprofil EBa med frihøjde på 5,78 meter med 100 mm tillæg til sporvedligehold og 50 mm tillæg for tunnel længere end 100 m, i alt 6,93 meter. Og tillæg for byggetolerancer og spor med overhøjde.

Belægningskoten over tunnelen er ca. kote +74,6 m, og sporoverkant i kote +67,7 m.

For tunnelen gælder sikkerhedskrav jf. EU-kommissionens Forordning nr. 1303/2014 – også kaldet TSI SRT. Nedenfor gennemgås de krav i TSI SRT, der har væsentlig indflydelse på tunnelens overordnede layout og indretning, og hvordan de planlægges håndteret i projektet. I tillæg gennemgås tiltag, som er ønsket fra beredskaberne. Disse er bekræftet og dokumenteret i referat fra SURR-møde og efterfølgende korrespondance.

TSI SRT stiller ingen egentlige krav til nødfortove i tunneler, som er kortere end 500 meter, men da dette er et ønske fra beredskaberne, er der inkluderet nødfortove i tunnelens sydlige side (samme side som perronen). Nødfortovene er 0,8 meter brede og er i niveau med perronplatformen. Tunnelvæggen udstyres med håndliste.

Der er ikke krav til nødbelysning, men flugtvejsskilte, som viser, hvor nødudgangene er placeret. Disse er efter ønske fra beredskabet oplyst. Afstanden og retningen til et sikkert område skal angives med maks. 50 meter afstand mellem skiltene. Evt. nødstyr og placeringen heraf skal også markeres ved skiltning.

Nødudgang til terræn og redningsadgang fra terræn er mod vest placeret umiddel udenfor tunnelmunding, i form af trappeopgang. I den østlige ende af tunnelen foretages evakuering og redning via perron, hvorfra der er adgang til terræn via trappe, rullende fortov samt elevator der efter ønske fra beredskabet dimensioneres så båretransport er muligt. Der er således en samlet afstand på ca. 185 meter mellem de to redningsadgange, der fører til terræn.

Der planlægges ikke gennemgående vandforsyning i tunnelen, men i stedet opsættes tørrør ved tunnelmundingerne som brandvæsenet kobler til i tunnelniveau. Tørrør forsynes med vand fra udrykningskøretøjer fra terræn.

Det er et krav, at tunnelkonstruktionen skal kunne modstå høje temperaturer tilstrækkeligt længe til at evakuere passagerer, og til at beredskaberne kan gribe ind, hvilket imødekommes ved at beklæde tunnelkonstruktionen med brandhæmmende materialer.

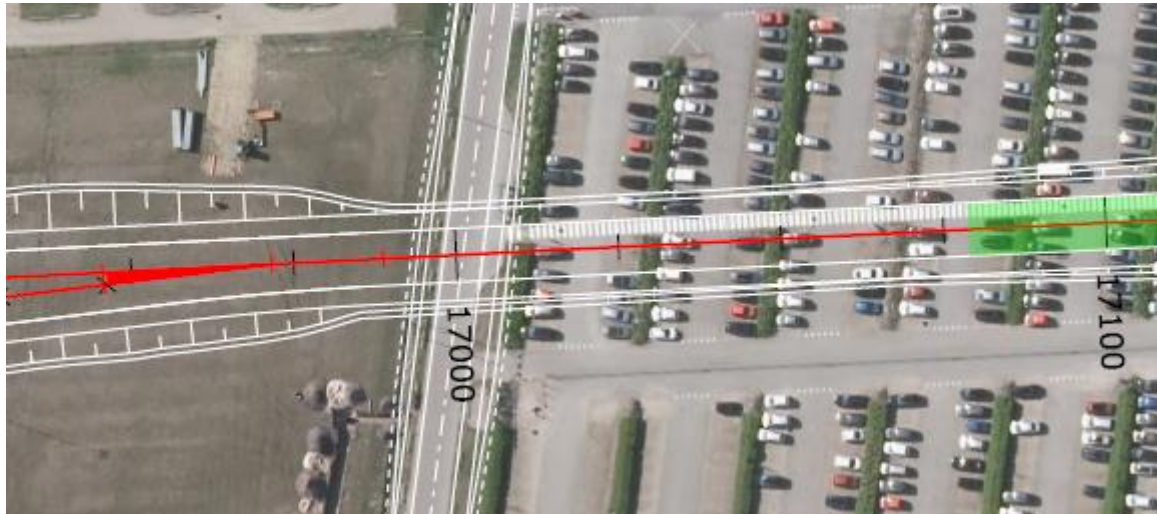
1.7 Sikringsanlæg

Det forudsættes at projektet sikringsteknisk etableres efter udrulning af Signalprogrammet, og dermed er det nye ERTMS sikringsanlæg.

1.8 Veje og stier

1.8.1 St. 17+002 Udkørsel fra P-område

Der skal etableres en sikret overkørsel med bomme og vejsignaler i st. 17+002 ved den eksisterende udkørselsvej, da den fremtidige bane skærer i niveau. Se Figur 7. Den eksisterende udkørselsvej hæves ca. 0,8 meter, så den skærer den fremtidige bane i niveau. Ændringerne berører eksisterende tilkørsler, som derfor skal tilpasses.



Figur 7. Overkørsel i niveau st. 17+002.

Vejens tværprofil etableres som den eksisterende vej bestående af 6 meter kørespor og 1 meter rabatter. Skråninger anlægges med $a=2$, og der afvandes til eksisterende terræn. Hvor vejen ligger i afgravning, etableres et trug i rabatten, som forbindes til nærmeste afvandingsystem.

1.8.2 St. 17+280 Passagerterminalen

Passagerterminalen fra Terminalbygningen og til det sydlige P-område skal føres over en bro henover banen. Vejen skal hæves ca. 5,2 meter over eksisterende terræn for at sikre tilstrækkeligt frirum over banen. Adgangsvejen til varegården ved Terminalbygningen forlægges, og udkørselsvejen for P4 og P5 hæves, så den tilsluttes passagerterminalen fra Terminalbygningen.

Broen over banen forudsættes opbygget som en in-situ rammebro med fløjvægge parallelt med sporet. Fløjvæggene opbygges som stålspunsvægge, da der i forvejen etableres spunsvægge langs sporet. Broens længde bliver ca. 13 meter, og skæringsvinklen bliver 90 grader. Fri bredde under broen bliver 11 meter og afstand fra centerlinje spor til forkanten af endevægge/ spunsvæggene bliver minimum 4,0 meter. Afstanden mellem autoværn på den overførte vej bliver 8,0 meter.

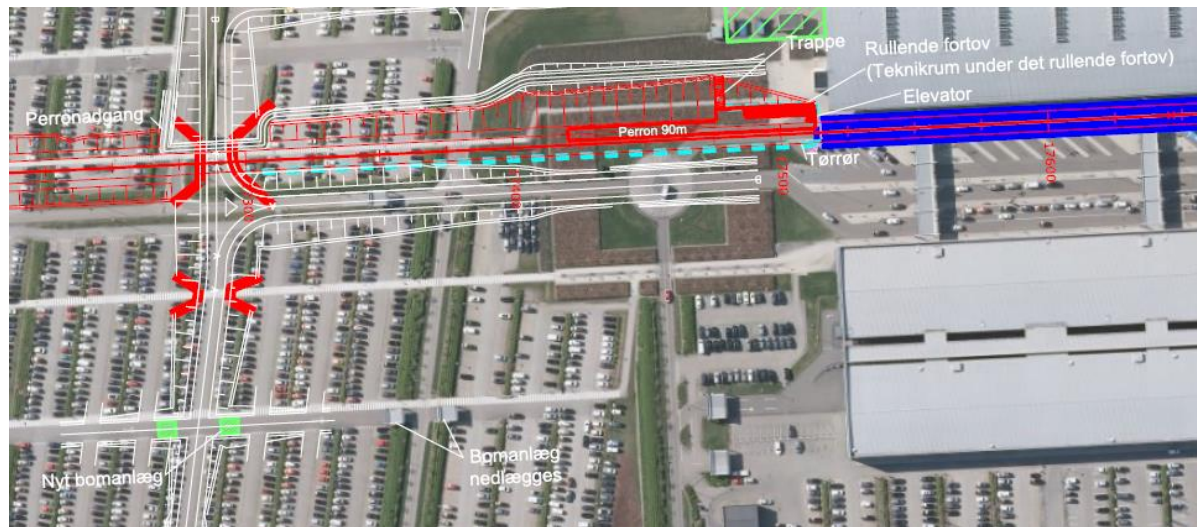
Broen er placeret på en del af banestrækningen, hvor sporet opbygges med tæt bund. Under broen anvendes den ene endevæg som væg i trugkonstruktionen, mens betontruget i den anden side føres igennem.

Den eksisterende sti (øst for bane traceet) fra P5 til terminalbygningen forlægges, så den følger de fremtidige baneskråninger. Den eksisterende sti fra P6 til terminalbygningen forlægges, så den under broen følger den fremtidige bane. Afhængigt af om længden på perronen bliver 90 meter eller 276 meter, vil stien forløbe i henholdsvis eget tracé eller i samme tracé som perronen under broen.

Den eksisterende sti, (vest for bane traceet) fra P5 til terminalbygningen, ændres ikke. Der etableres en stitunnel under fremtidig vejtracé.

Som en del af vejoplægningen flyttes bomanlæg for parkeringsområderne P5 og P6.

Omlægning af vejene ses på Figur 8.



Figur 8. St. 17+280 Passagerterminalen fra terminalbygning til P-område og Varegård.

Vejenes tværprofil består af 7 meter kørebane og 2,5 meter rabatter, hvori der indgår et tillæg på 1 meter til autoværn. Vejene ligger i påfyldning, og anlægges med $a=2$ skråninger. Der anvendes til eksisterende terræn, der er indregnet et tillæg på 1 meter i bunden af skråningerne til etablering af dræn. Eksisterende veje er etableret med SF-sten, men de nye vejstrækninger anlægges med asfalt, da gradienterne ikke er optimale for SF-stens belægning.

Anlægget reducerer antallet af p-båse på parkeringsarealet med ca. 256. Det vil være nødvendigt at ændre på grænserne mellem reservede personale p-båse og offentligt tilgængelige p-båse.

1.8.3 St. 18+060 Adgangsvej til Hotel Zleep.

Adgangsvejen til Hotel Zleep forlægges og føres på en bro over den fremtidige bane. Vejen er hævet ca. 7 meter over fremtidig bane. Passagerterminalen fra Hotel Zleep og til rundkørslen ved terminalbygningen forlægges mod nord. Derudover skal den eksisterende sti fra Hotel Zleep og til terminalbygningen forlægges mod syd. Parkeringspladsen nord for adgangsvejen friholdes for ændringer. Der etableres et fortov på vejbroen, så fodgængerne fra parkeringspladsen kan krydse den nye adgangsvej på vej til og fra hotellet.

Vejbroen opbygges på samme måde som den broen i st. 17+280, som en in-situ rammebro med fløjvægge parallelt med sporet. Fløjvæggene udføres som stålspunsvægge, da der i forvejen etableres spunsvægge langs sporet. Broens længde bliver ca. 10 meter lang, og skæringsvinklen bliver 90 grader. Fri bredde under broen bliver 8 meter og afstand fra centerlinje spor til forkant af endevægge/spunsvægge bliver minimum 4,0 meter. Afstand mellem autoværn på den overførte vej bliver 7,0 meter. Derudover etableres fortov på broen, så fodgængere kan færdes i sikkerhed over broen.

De omlagte veje og stier ses på Figur 9.



Figur 9. St. 18+060 Adgangsvej til Hotel Zleep.

Tværsnittet på adgangsvejen til Hotel Zleep etableres med 5 meter kørespor og 1 meter fodgængersti, samt rabatter på 1 meter. Passagerterminalen til terminalbygningen etableres som den eksisterende vej.

1.9 Afvanding

Banen forudsættes opbygget med 1 meter ballast, og med placering af dræn ca. 2,5 meter fra spor-midten fås en drænybde på ca. 1,6 meter under skinneoverkant (SO).

Da banevand er sammenligneligt med tagvand, forventes der kun at blive stillet krav om hydraulisk forsinkelse i forbindelse med evt. udledning til recipient. Forsinkelsesbassiner forudsættes etableret med en overløbshyppighed på $T = 5$ år.

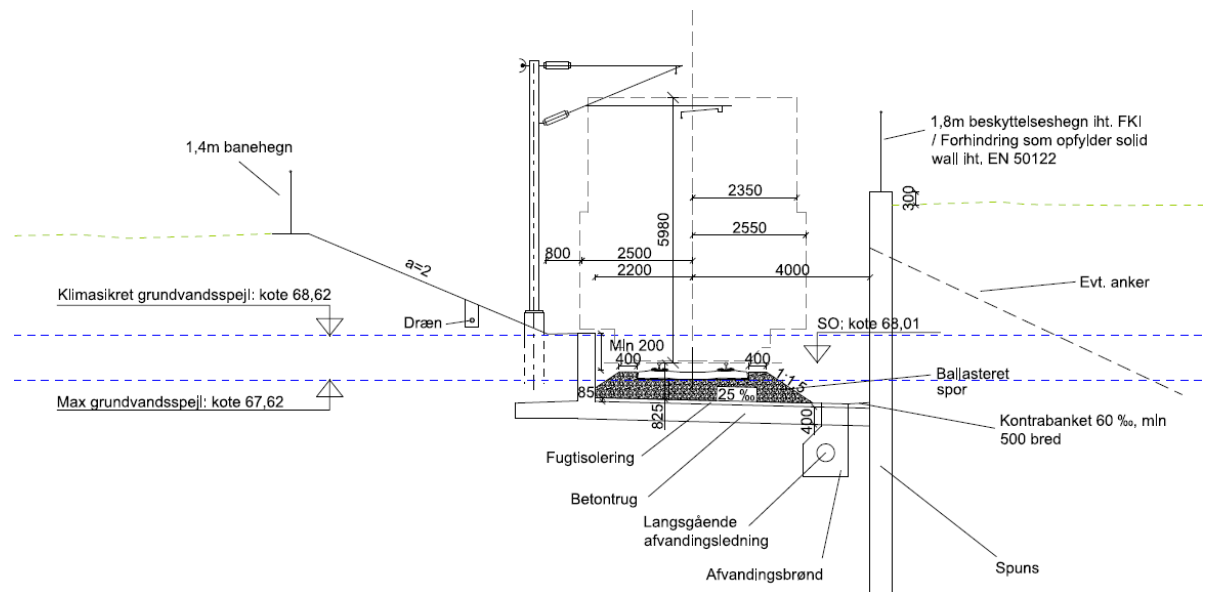
Afvandingssystemet udlægges ikke med ekstra kapacitet for evt. fremtidige byggerier. Afvanding af nuværende igangsatte og planlagte byggerier forudsættes afvandet til eksisterende systemer i området.

1.9.1 Baneafvanding

Banen etableres stort set i afgravning på hele projektstrækningen. Banedanmark foretrækker generelt, at afvanding etableres via grøfter på nyanlæg, da grøfter er væsentligt nemmere at vedligeholde. Da strækningen ligger i et område med mange arealinteresser vurderes drænsystemer dog at være at foretrække af hensyn til arealbehov. De viste skråningssignaturer på arealplanerne er worst-case situationen, hvor der etableres grøfter. På strækninger, hvor der etableres spunsvægge langs banen vurderes dræn at være den eneste mulighed.

Som følge af det høje grundvandsspejl i området skal ca. 900 m af banestrækningen etableres med tæt bund (betontrug) fremfor at gennemføre en permanent sænkning af grundvandsspejlet. I betontrug sker der udelukkende en opsamling af overfladevand og lignende. Det viste grundvandsspejl i nedenstående figur er nuværende grundvandsspejl tillagt ca. 1 meter, som omfatter sikkerhedstillæg for blandt andet klimasikring, der er udtryk for et worst-case scenarium.

I området uden for den tætte bund etableres traditionelt drænsystem jf. BN1-11-1.



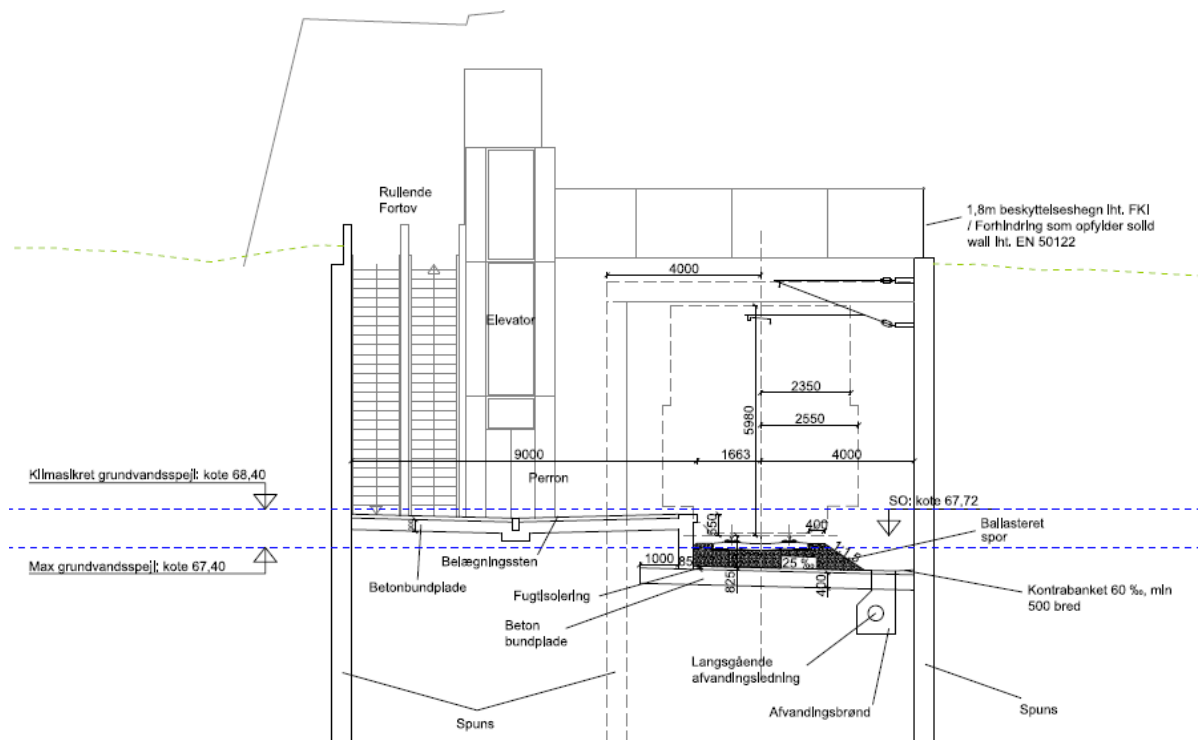
Figur 10. Tværsnit med tæt bund.

1.9.2 Afvanding ved perron

Overfladevand fra perronen afvandes ved hjælp af et linjeførendesystem. Perronvandet ledes til samme afvandingsystem som langs banen.

Det maksimale nuværende grundvandsspejl ligger under sporet, mens det klimasikrede grundvandsspejl ligger lidt over perron-kant. Der foreslås derfor, at hele perronen udføres som vandtæt konstruktion.

Nærmere vurderinger skal foretages i de senere faser af projektet.



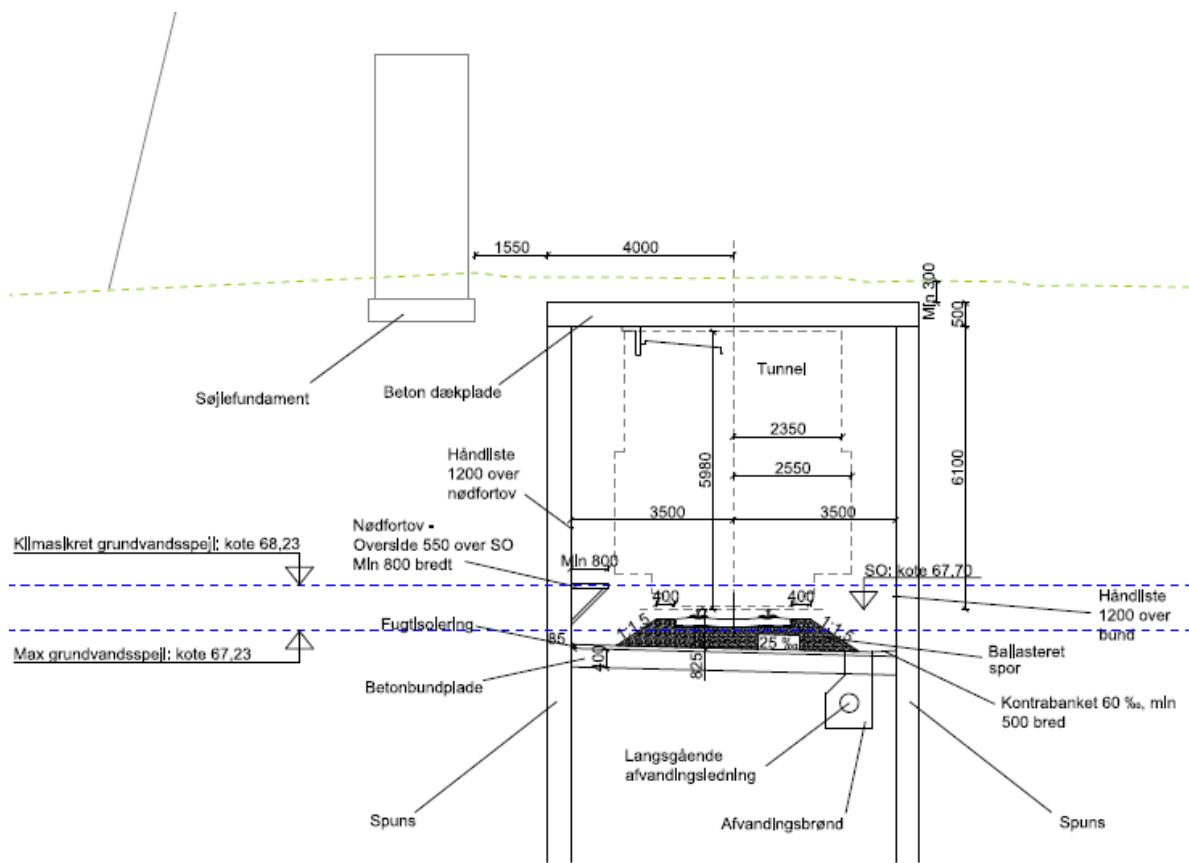
Figur 11. Tværsnit ved perron.

1.9.3 Afvanding af tunnel

I tunnelen kan der forventes mindre afvandingsmængder, som vil skulle afledes som følge af evt. tilstrømmende overfladevand, snemeltning vand mv. Som udgangspunkt er tunnelvandet såvel som det øvrige banevand ikke forurenede, se afsnit 1.9.5 og 1.9.6. I tilfælde af brand vil slukningsvand skulle opsamles, se afsnit 1.9.6.

Der etableres derfor afvandingstiltag (linjeafvanding, trug med længdefald og lignende) for opsamling af overfladevand mv. Opsamlet vand fra tunnel ledes til samme afvandingsystem som langs banen.

Der aflastes til tæt ledning under den tætte bund, som vist på princip-tværsnittet i Figur 12. Langs spunsvæg etableres dræn.



Figur 12. Tværsnit i tunnel.

1.9.4 Afvanding af skråninger/sekundært grundvand

Hvor der er skråninger etableres der skråningsdræn af hensyn til overfladeafstrømning. Skråningsvandet ledes til samme afvandingsystem som langs banen.

Skråningsdræne vil også få til formål at sikre dræning af evt. sekundære magasiner, som forventes i større eller mindre grad i området. Det skal i de senere projektfaser undersøges nærmere, hvor store vandmængder det sekundære vandspejl bidrager med.

1.9.5 Pumpning og udligningsbassin

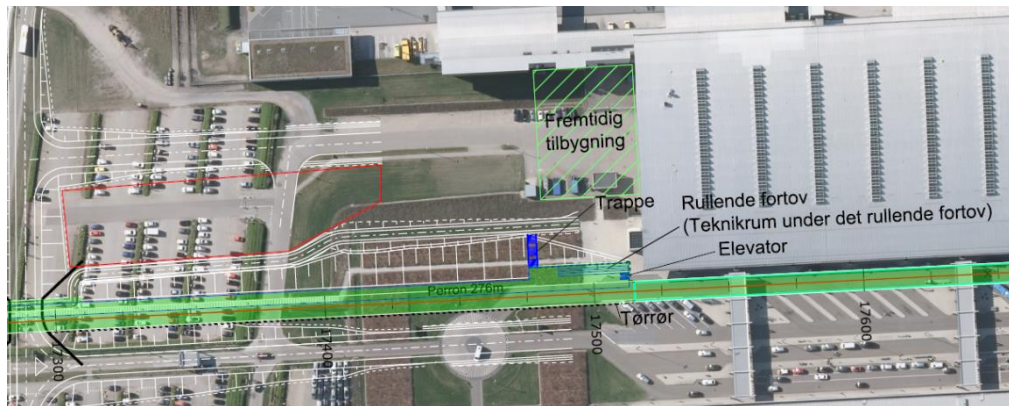
Som følge af nedgravet perron og tunnel fås et afvandingsmæssigt dybdepunkt omkring st. 17.500 lige uden for tunnelen, hvor det er nødvendigt at pumpe vandet væk. Øvrig opsamlet regn- og drænvand langs banen skal også pumpes pga. terræn- og recipientforhold.

På grund af oplandsstørrelse og pumpedriftsforhold kan det overvejes at etablere et udligningsbassin (f.eks. rør-bassin). Bassinet kan f.eks. placeres som vist i Figur 13 ved det nuværende område med personaleparkering. Bassinet ligger langt fra planlagte udvidelser. Bassinet kommer til at ligge dybt og under grundvandsspejlet, og det skal derfor opdriftssikres.

Opsamlet vand fra banen, perron og tunnel vil i så fald via gravitation blive ledt til udligningsbassin, hvorfra vandet pumpes til regnvandsbassin, se afsnit 1.9.6. Der er mulighed for at afspærre udligningsbassin, hvis der opstår behov for at sende vandet til rensning. Voluminet af udligningsbassin vil som minimum skulle indeholde evt. slukningsvand fra tunnelen i forbindelse med brand.

Afløbsledning fra dybdepunkt etableres som udgangspunkt i en klimafremskreven overløbshyppighed på $T = 25$ år incl. en samlet sikkerhedsfaktor på minimum 1,3.

Pumperne skal udlægges under hensyntagen til klimaforandringer og med dobbelt pumpebestyknings for at sikre mod pumpeudfald. Det kan overvejes at etablere styring af pumperne, så de også kan pumpe samtidigt for dermed at skabe større sikkerhed i en ekstrem situation. Nærmere dimensionering og optimering af pumpeydelse og evt. udligningsbassin skal foretages i de senere faser af projektet.



Figur 13. Område hvor evt. udligningsbassin kan placeres (markeret med rød streg, og fremgår ligeledes af arealplaner).

1.9.6 Forsinkelse og udledning

Opsamlet regn- og drænvand fra banen, perronområdet og tunnelen skal forsinkes inden udledning til recipient. Forsinkelse etableres i henhold til Billund Lufthavns ønsker i området, hvor det eksisterende regnvandsbassin nr. 4 ligger. Der vurderes her at være et tilstrækkeligt areal til stede.

Forsinkelsesbassinet forudsættes etableret med en overløbshyppighed på $T = 5$ år.

Som følge af terrænforhold og afstand skal vandet pumpes til området. Jf. forrige afsnit kan der evt. etableres et udligningsbassin inden pumping.

Det pumpede vand ledes til et separat regnvandsbassin til forsinkelse af banevand. Alternativt udvides det eksisterende bassin, men som udgangspunkt ønskes en adskillelse af afvanding fra bane- og lufthavnsanlæg.

Regnvandsbassinet udlægges som et tørt bassin med afspærringsmulighed. Med en afspærring er der mulighed for at bortskaffe og rense vandet, såfremt der opstår behov for dette fx i tilfælde af spild langs banen eller hvis slukningsvand fra brand i tunnel skal opsamles. Som udgangspunkt er indholdet af miljøfremmede stoffer i banevand ubetydelig, og derfor er der ikke behov for eller stilles der krav om rensning af banevand. På grund af krav om meget lille udløb fra eksisterende bassin nr. 4 vil bassinets tømmetid være meget lang, og det kan derfor forventes, at der i regnvåde perioder, vil stå vand i længere tid af gangen i bassinet.

For at reducere mængden af det frie vandspejl i lufthavnsområdet kan regnvandsbassinet i stedet etableres under terræn. Det kan f.eks. etableres som en faskine med nedsivning og overløb til Billund Bæk. Dette er dog en dyrere løsning end et åbent, tørt bassin.

1.9.7 Vejafvanding

Forlagte og nye veje drænes og afvandes med kantopsamling og tilhørende drænsystemer.

Hvor det er muligt etableres lokal nedsivning, som det er tilfældet på hele parkeringsområdet.

Ved nedsivningsløsninger skal det i de videre faser af projektet undersøges nærmere, om der kan være behov for at "perforere" de lerlag og -linser, som sandsynligvis kan forventes i området for at skabe bedre nedsivningsforhold.

Alternativt ledes opsamlet dræn- og overfladevand til bassin nr. 4, som udvides svarende til den forøgede belastning.

1.9.8 Omlægning af eksisterende ledninger

Jævnfør Koordinerende Ledningsplaner findes der ved st. 17+880 er en Ø700 mm regnvandsledning, som krydser den nye bane. Ledningen forventes omlagt og ført gennem spunsen og under sporene ved hjælp af en dykket ledning.

På en del af strækningen foran terminalbygningen findes der ligeledes en regnvandsledning, som løber parallelt med banen. Ledningen ligger inden for konstruktionsområdet og skal derfor omlægges. Ledningsoplysninger er ukendte.

Ved st. 17+890 er der en fjernvarmeledning (Ø200), som krydser den nye bane. Ledningen vil blive ført på tværs af banen som en ophængt ledning tæt op af tunnelkonstruktionen.

1.10 Udførelsesplan/arbejdsbeskrivelse

Etablering af sporet foregår således:

1. Etablering af spuns inkl. overdækning/tunnel, udgravning og vandtæt bundplade.
2. Der afrømmes muld og afgraves til sporkassen uden for strækningen med vandtæt bundplade. Kan evt. udføres sideløbende med pkt. 0.
3. Der udlægges underballast (ca. 2 m³ pr. meter (enkeltsporet bane) – 4,5 m³ pr. meter (dobbeltsporet bane, ved overhalingsporet). Der udlægges ikke underballast på den vandtætte bundplade og i tunnel. Bundpladen er forsynet med fugtisolering og et lag beskyttelsesbeton.
4. Der udlægges skærver (ca. 2,5 m³ pr. meter (enkeltsporet bane) – 5 m³ pr. meter (dobbeltsporet bane, ved overhalingsporet).
5. Der udlægges sveller og midlertidige korte arbejdsskinner successivt, hvor arbejdskøretøjerne kører på det netop anlagte stykke bane.
6. Arbejdsskinner udskiftes til langskinner.
7. De øverste 7 cm skærver udlægges.
8. Sporet svejses, hvorefter det justeres et antal gange jævnfør banenorm BN1-38.

For sporarbejderne skal anvendes arbejdsarealer ud over sportracéet til:

- Byggeplads
- Oplag af materialer
- Bygning af sporskifter

I hovedprojektet 'Ny bane til Billund' er der foreslået følgende arealer til midlertidig arbejdsarealer på den vestlige fællesstrækning. Se Tabel 3. Arealerne er placeret i umiddelbar nærhed af Billund Lufthavn. Områderne er placeret i følgende stationeringer:

Midlertidigt arbejdsareal, km 16+250 – 16+450	Arealet er på ca. 34.000 m ² , og er placeret syd for banen.
Midlertidigt areal afvanding, km	Arealet er på ca. 2.000 m ² , og er placeret syd for banen ved varegården på Billund Lufthavn.

16+760 – 16+870	
Arbejdsplads, km 17+170 – 17+450	Arbejdspladsen har et areal på ca. 13.000 m ² , og er placeret syd for banen.
Midlertidigt arbejdsareal, km 17+975 – 18+450	Arealet er på ca. 34.000 m ² , og er placeret vest for banen, på strækningen langs med Båstlundvej.

Tabel 3. Midlertidige arbejdsarealer og arbejdspladser

Udover de nævnte arealer vil der blive etableret et midlertidigt arbejdsareal langs med banen i en bredde på mellem 5 meter på parkeringsområdet ved Billund Lufthavn og 11 m på strækninger, hvor arealet ikke tager parkeringspladser.

1.11 Materiel og arbejdstider

1.11.1 Jordarbejde

Til jordarbejdet anvendes følgende materiel:

- Gravemaskine (afgravning muld/råjord)
- Evt. Dozer (afgravning muld/råjord)
- Dumper (afgravning muld/råjord)

En gravemaskine og 2-3 dumpere kan flytte ca. 1000 m³ på en arbejdsdag.

1.11.2 Sporarbejde

Til sporombygning anvendes følgende materiel:

- Gravemaskine (udlægning af underballast og ballast)
- Evt. Dozer (udlægning af underballast og ballast)
- Dumper (afgravning + udlægning)
- Tromle (komprimering underballast)
- Fladvogn (udlægning af sveller og skinner)
- Huddig (Udlægning af sveller og skinner)
- Skærvevogn (udlægning af de øverste 7 cm skærver)
- Sporjusteringsmaskine
- Evt. Dynamisk stabiliseringsmaskine (DSM) (forbelastning af sporet inden åbning til drift)

Alternativt kan anvendes en sporombygningsmaskine til udlægning af skærver.

Der kan udføres ca. 200 meter færdigt opbygget spor pr. døgn.