© 2014, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

7. Luftutbytesstationer – från systemhandling till bygghandling

Mattias Roslin, Nils Outters, Trafikverket

Introduktion

Förbifart Stockholm (FS) planeras bli en ny motorvägsförbindelse från E4/E20 Kungens kurva i söder till E4 Häggvik i norr. Via sex trafikplatser knyts leden samman med ytvägnätet. Av den 21 km långa sträckan kommer drygt 17 km att gå i tunnel. Den består av två tunnelrör med tre körfält i vardera riktningen.

Syftet med förbindelsen är att bättre binda samman södra och norra delarna av Stockholmsregionen, minska sårbarheten i Stockholms trafiksystem och avlasta Essingeleden och infarterna till stadens centrala delar. Förbifart Stockholm ingår i den regionala utvecklingsplanen och är den korridor som bäst anknyter till de regionala utvecklingsområdena och det alternativ som förespråkas av länets kommuner och länsstyrelsen.

Förbifart Stockholm dimensioneras för att trafikeras med 140 000 fordon per dygn år 2035. Byggandet påbörjade 2013 med förberedande arbete och byggtiden är ca 10 år.

Figur 1: Förbifart Stockholm

Förutsättningar för ventilation

Tunnlarna i Förbifart Stockholm ventileras genom längsgående ventilation. Luften förs framåt, i trafikriktningen, i huvudsak med hjälp av

© 2014, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

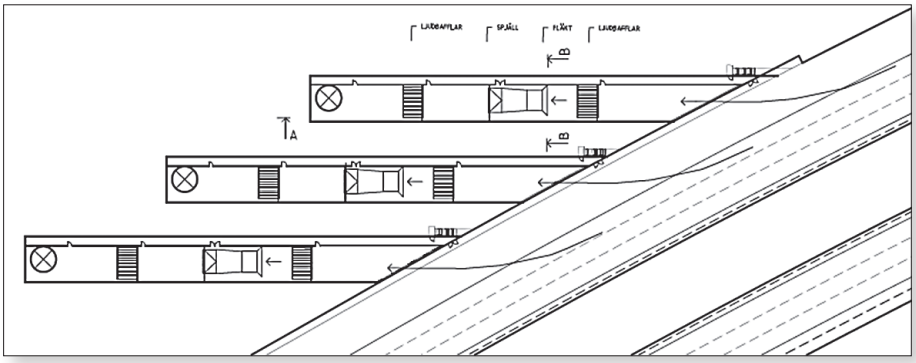
trafikens s.k. kolvverkan. Vid långsamgående trafik används impulsfläktar, placerade i trafiktunnlarna tak.

Frånluften avbördas via utfartsmynningar, via frånluftstationer i luftutbytesstationer, samt via frånluftstationer placerade före tunnelmynningarna. Friskluft tillförs via infartsmynningar och via tilluftstationer i luftutbytesstationer.

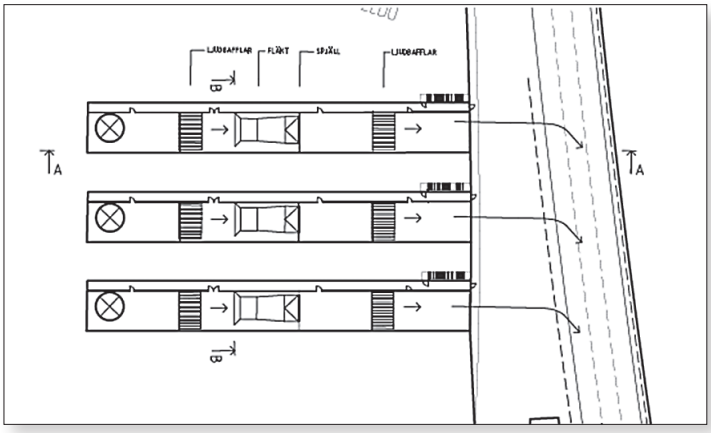
Luftutbytesstationerna planeras vid tre platser längs anläggningen: två på Lovö och en i Vinsta. På varje plats behövs luftschakt för ut- och inluft i bägge tunnelrören vilket totalt ger fyra anläggningar per plats. De ligger mellan 50 och 100 meter under markytan.

Beskrivning av systemstemhandlingslösning

Som underlag för bygghandlingsprojekteringen finns en systemhandling som är framtagen mellan 2008 och 2010. I systemhandlingen består varje luftutbytesstation (sett i trafikriktningen) först av tre stycken frånluftsstationer, följt av tre stycken tilluftsstationer, se figur 2 och 3. Varje luftutbytesstation har en kapacitet på totalt 600 m3/s fördelat på 200m3/s för varje från- respektive tilluftsstation. Varje bergrum är ca 10m brett och 100m långt.

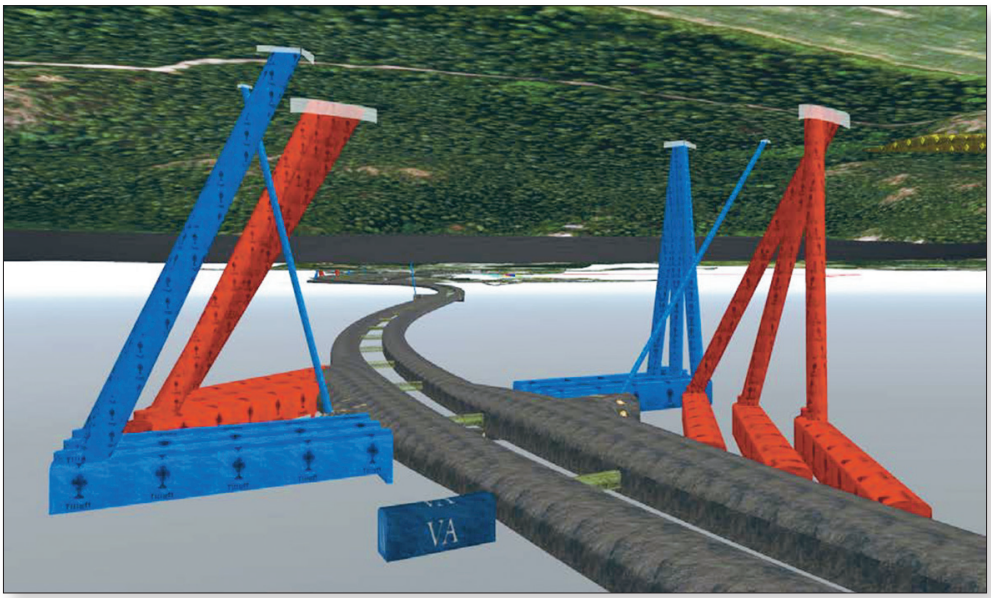


Figur 2. Layout på frånluftsstation i Systemhandling



Figur 3. Layout på tilluftsstation i Systemhandling

© 2014, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors



Figur 4. Luftutbytesstationer under Lovö i Systemhandling

Anpassning av systemhandlingslösning

Systemhandlingen redovisar ett utförande på luftutbytesstationerna med tre separata bergrum i alla luftutbytesstationer, såväl för luftintag som för frånluft. Ett flertal av de ventilationsschakt som förbinder bergrummen med markytan lutar kraftigt, som mest med 30-40 grader mot vertikallinjen. Diametern på schakten är 5,5 meter och läget på mynningarna som ovanjordanläggningar är låst i Arbetsplanen. Se figur 4.

Allt projekteringsarbete inom projektet Förbifart Stockholm styrs av Arbetsplanen. Arbetsplanen visar var vägtunneln ska gå och var tillhörande anläggningar placeras och anger vilken mark som behövs för detta. Syftet med Arbetsplanen är att ge Trafikverket tillstånd att bygga vägen (jämför med bygglov enligt plan- och bygglagen) och möjlighet att ianspråkta den mark som behövs med så kallad vägrätt. Arbetsplanens gränser är bindande, vilket innebär att rättigheterna att anlägga vägen och ianspråkta marken endast gäller så som arbetsplanen anger.

Drivningsmetoden för de lutande ventilationsschakten har i systemhandlingen antagits vara raiseboring. Raiseboring med stor diameter i kraftigt lutande schakt medför emellertid stora problem, främst för att egenvikten hos kronan påverkar schaktlinjen. Då 10 graders lutning anges som en övre gräns för raiseboring av 5,5 meter diameter blev andra lösningar nödvändiga.

Då ingen förändring som påverkar Arbetsplanen kunde göras ovan jord måste alternativa lösningar hittas i underjordsanläggningen. I bygghandlingsprojektering har olika förslag till nya lösningar analyserats dels alternativa drivningsmetoder och dels att de separata bergrummen slås ihop till ett större bergrum.

© 2014, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

En möjlig lösning för att driva ventilationsschakten var traditionell raiseboring av tre stycken 5,5 meters schakt där anslutningen till bergrummet flyttas så att schakten kan borras *vertikalt*. Detta innebar att en del modifikationer av bergrummen skulle ha krävts och att vissa bergrum skulle ha behövts förlängas.

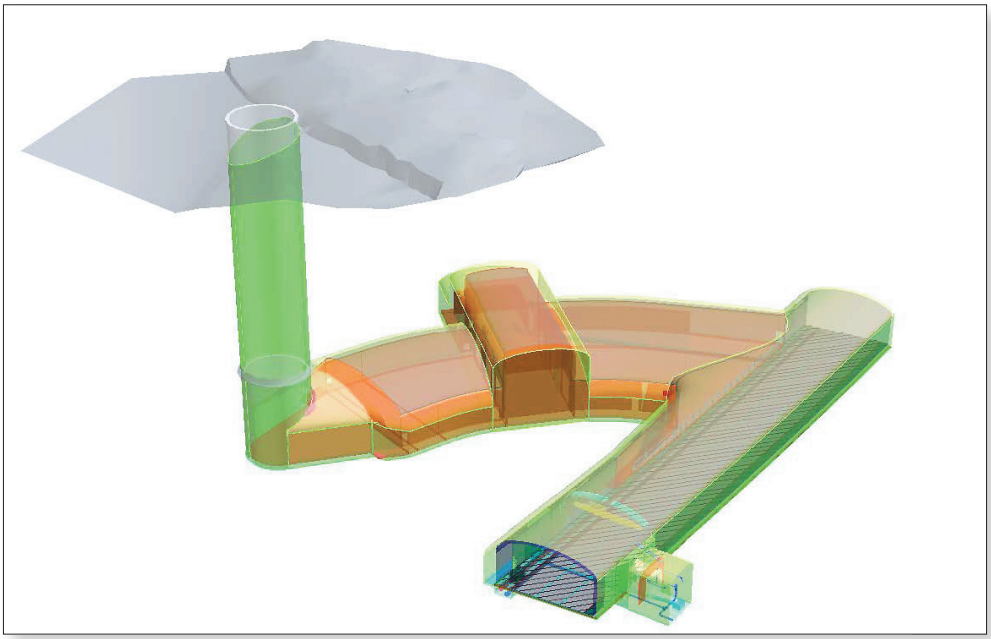
En annan möjlig och lämplig lösning var att minska ner antalet schakt från tre till *ett större* med en kombination av raiseboring och strossning från en sänkbar plattform. Den metoden är något dyrare men möjliggör att en färdig schaktvägg, inklusive erforderliga förstärkningar kan göras i ett moment. Detta innebar också en minskning av antal bergrum från tre till ett. Detta ledde till minskat totalt berguttag men försvårade samtidigt de bergmekaniska förhållandena för huvudtunnlarna genom att valvens upplag tas bort helt på ca 25 meters sträcka.

Generellt kunde man konstatera att en sammanslagning av tre separata bergrum till ett större bergrum för varje luftbytesstation gav möjlighet till kostnadsbesparingar. Men vertikala ventilationsschakt i stället för lutande gav sannolikt kostnadsökningar i några fall på grund av nödvändiga betongkonstruktioner och/eller omformning av bergrum och anslutningar till ventilationsschakt. Kostnaden för olika alternativ studerades närmare såväl ur teknisk/funktionell som ekonomisk synpunkt. Arbetsmiljörisker, produktionsrisker och tidplansrisker bedömdes dock minska generellt genom att utföra vertikala schakt istället för lutande. Specifikt kunde man konstatera att luftbytesstationen i norrgående tunnel vid södra Lovö kommit att hamna i närkontakt med rampanslutningarna som flyttades i ett sent skede av systemhandlingsarbetet utan att konsekvensen för luftbytesstationerna utreddes. Detta utreddes vidare under bygghandlingsprojektering och löste sig genom att något flytta ut rampen ytterligare några meter.
Baserat på utförda utredningar beslutade projektet att systemhandlingens utformning av de sex luftbytesstationerna skulle ändras. En ny utformning av de sex luftbytesstationerna utreddes individuellt med avseende på geometrisk utformning och produktion. Det ledde till att varje till-/frånluftsstation förenklades till *ett bergrum* ca 25 meter brett och *ett vertikalt ventilationsschakt* på ca 10 meter i diameter.

Utformning av till-/frånluftstation på grund av låst placering av ytdelen

Lägen på ventilationsschakten på markyta är reglerad av Arbetsplanen. Inga ändringar kunde göras i projekteringsskede. Väglinjen för huvudtunnlarna var också låst sedan systemhandlingsskede. Krav på vertikala ventilationsschakt orsakade att bergrummen i vissa fall blev för korta för att innehålla nödvändiga komponenter till ventilation: bafflar mot buller, fläktar och utrymmen där luftströmmen blir linjeformad. För att uppfylla kraven på längden för bergrummen var dessa tvungna att omritas från en rak utformning till platsanpassade böjda utformningar som framgår i figur 5.

© 2014, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors



Figur 5: Aktuell utformning av frånluftstation i Vinsta

Sammanfattning och slutsatser

I systemhandlingar bestod en luftutbytestation av tre parallella fläktrum i kontakt med markytan via tre lutande bergschakt med diameter av 5,5 m. Tidigt i detaljprojekteringen slogs dessa tre fläktrum ihop till ett enda bergrum som var en mer effektiv lösning map produktionstekniker. Tre lutande bergschakt från en luftutbytestation skulle varit svåra att bygga med den planerade raiseborrningstekniken. Därför bestämdes att de skulle utföras vertikalt som ett vertikal schakt med en diameter av ca 10 m.

Marken i anspråk är låst av Arbetsplanen. Det innebär att lägen på ventilationsschakten också är låsta. Väglinjen är också låst sedan systemhandlingsfasen. Placering av ytdelarna har varit mycket kritiskt och påverkat anläggningen i berget. Dessa krav samt krav från produktionstekniker måste skulle ha bevakats tidigare i projektet. För att uppfylla kraven på längden för ventilationsrummen var projektet tvungen att gå från en rak utformning till platsanpassade utformningar. Genom många steg i detaljprojekteringen har utformningen av luftutbytesstationer ändrats från en konceptuell lösning till en relativt annorlunda slutgiltig lösning.