

RAPPORT

Temperaturflöden i järnvägstunnlar - Åsatunneln

Statusrapport 2014



Trafikverket

Postadress: Trafikverket, 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Temperaturflöden i järnvägstunnlar - Åsatunneln. Statusrapport 2014

Författare: Anna Andrén

Dokumentdatum: 2016-11-08

Ärendenummer: TRV 2010/52693

Version: 0.1

Kontaktperson: Anna Andrén

Publikationsnummer: 2016:144

ISBN: 978-91-7725-026-5

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
1. INLEDNING	5
2. TUNNELOBJEKT	5
3. MÄTUTRUSTNING	5
4. RESULTAT OCH DISKUSSION.....	6
4.1. Temperaturmätningar längs tunneln.....	6
4.1.1. Luft- och ytemperaturmätningar	6
4.1.2. Temperaturmätningar längs tunneln 2012-2014.....	7
4.1.3. Köldinträngning och jämförelse med modellstudie	8
4.2. Bergtemperaturer	9
4.3. Vindhastighet i och utanför tunneln.....	14
REFERENSLISTA.....	15

Sammanfattning

Under vinterhalvåret orsakar is stora problem i flera av Trafikverkets järnvägstunnelar. Vatten som fryser bildar istappar och ispelare som kan falla ned i spår samt växa till sådan storlek att de inkräktar på det ”fria rummet” som tågen kräver för att passera genom tunneln. Belysningsarmaturer och kablar bryts sönder på grund av islast och spåren blir isbelagda på grund av takdropp och svallisbildning. Återkommande frysperioder kan medföra frostsprängning av berg och sprutbetong i tak och väggar som kan lossna och falla ner. För att upprätthålla säkerheten och förhindra trafikstörningar kräver många tunnelar omfattande underhållsinsatser. För att kunna reducera underhållet i tunnelarna, krävs förbättrad kunskap kring köldinträngning och effekterna av istryck på det bärande huvudsystemet.

2002 utförde Högskolan i Gävle och KTH en modellstudie för att bestämma temperaturförhållanden i tunnelar. För att verifiera modellstudien genomförs nu mätningar i fält. Denna statusrapport redovisar de mätningar som utförts under 2012-2014 i Åsatunneln, 5 mil söder om Göteborg. Mätningarna visar att kylan tränger längre in i tunnelarna än vad modellstudien visat. Trots att tunneln är 1850 m lång, sker köldinträngning i hela tunnelns längd även vid några få minusgrader utanför tunneln.

En bidragande orsak till att fältmätningarna och modellen inte överensstämmer är att modellstudien bygger på en helt oisolerad tunnel. I Åsatunneln finns en stor del frostisolerande dräner uppsatta. Deras funktion är att förhindra att inläckande vatten fryser till is, men isoleringen förhindrar inte bara kylan att tränga in till läckaget, den hindrar även bergvärmens från att komma ut i tunneln och värma upp den kalla uteluften. Isoleringen möjliggör för kylan att tränga längre in i tunneln. Mängden frostisolerande dräner och hur stor del av tunnels vägg- och takyta som är inklädd, täckningsgraden, påverkar därmed köldinträngningens längd. Mer angående jämförelse mellan modell och verklighet finns att läsa i Andrén, 2008b och Andrén, 2012b.

1. Inledning

Denna statusrapport är en uppföljning av rapporten ”Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2012” (Andrén, 2016b) och redovisar resultaten av mätningarna utförda från hösten 2012 till våren 2014. För bakgrund, information om modellstudie och installation av mätutrustning hänvisas till rapporten ”Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2008.” (Andrén, 2008b).

2. Tunnelobjekt

För att öka förståelsen och för att validera den modellstudie som utfördes av Högskolan i Gävle samt KTH under 2002 (Sandberg, m.fl., 2002), utförs nu fullskaleförsök genom fältmätningar i några befintliga järnvägstunnlar. På våren 2006 installerades det första mätsystemet i Åsatunneln, 5 mil söder om Göteborg, och under slutet av år 2006 installerades det andra mätsystemet i Glödsbergstunneln vid Nyåker, 8 mil sydväst om Umeå. Mätningarna i Åsatunneln startades 2006-04-13 och denna rapport behandlar främst mätningar i Åsatunneln under vintersäsongerna 2012/2013 och 2013/2014, för att framförallt analysera och redovisa hela vinterperioder. Resultaten från mätningarna i Glödsbergstunneln redovisas i en separata statusrapporter (se Referenslista).

Åsatunneln är en dubbelspårstunnel med längden 1850 m som ligger ca 5 mil söder om Göteborg på bandel 627. Norra mynningen ligger på sektion km 46+451 och södra mynningen ligger på km 48+300. Tunneln ligger i en svacka med sin lågpunkt vid km 47+490. Tunneln lutar ned från den norra mynningen med ca 10 ‰, för att sedan stiga mot den södra mynningen med ca 12 ‰. Höjdskillnaden mellan den högre belägna norra och den lägre södra mynningen är endast ca 1 m, men svackan ligger ca 7 m lägre än den norra mynningen. Tunnelns höjd är 7,3 m ovan RÖK och bredden är 14 m.

3. Mätutrustning

Den mätutrustning som finns installerad i Åsatunneln mäter luft-, yt- och bergtemperaturer, vindhastigheter samt lufttryck. Lufttemperatur mäts ca 10-20 cm ut från tunnelväggen, yttemperatur sitter installerad på tunnelväggen och bergtemperatur sitter installerad i borrhål på 10 cm djup. I tunneln sitter luft- och yttemperaturgivare installerade i nio sektioner längs tunnelsträckningen. Bergtemperatur mäts i fem sektioner längs tunneln, vindhastighet mäts i tre sektioner och lufttryck i två sektioner. En klimatstation finns uppsatt strax utanför tunnelns norra mynning. Där mäts lufttemperatur, vindhastighet, vindriktning och luftfuktighet. Information om mätutrustningen och fotografier från installationen finns i rapporten ”Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2008” (Andrén, 2008b).

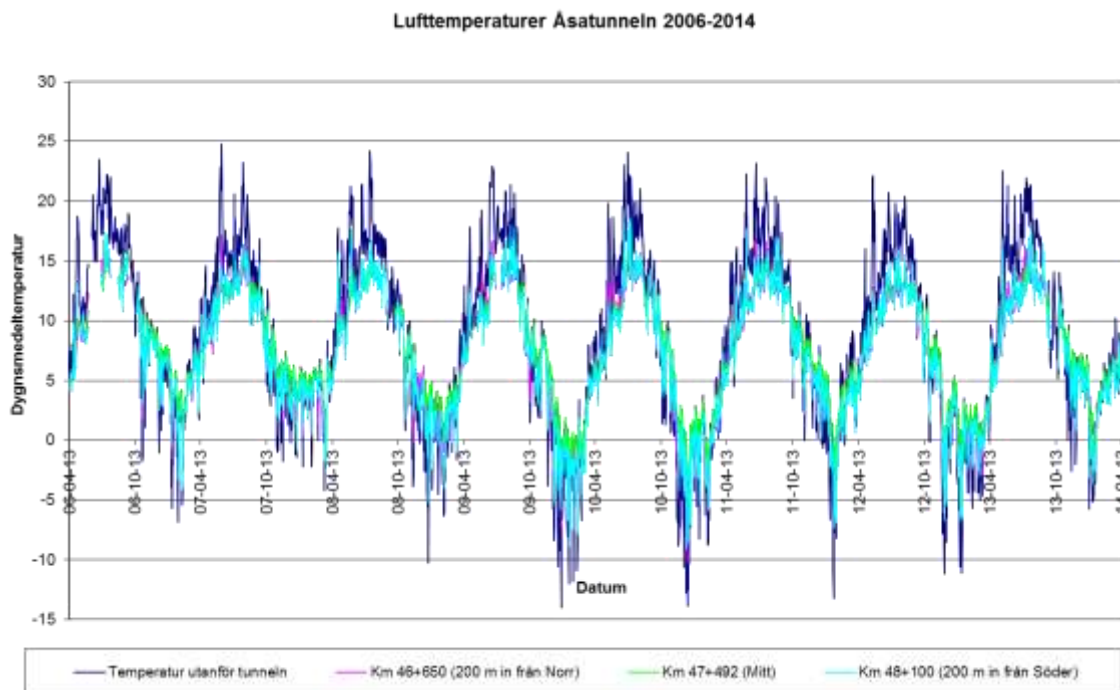
4. Resultat och diskussion

Mätningarna startades 2006-04-13. De flesta diagram i denna rapport redovisar mätningar mellan datumen 2012-10-01 till 2013-05-01 samt 2013-10-01 till 2014-05-01. Redovisning av mätningar för vinterperioderna 2006 till 2012 finns i rapporterna Andréén, 2008b, 2012b och 2016b.

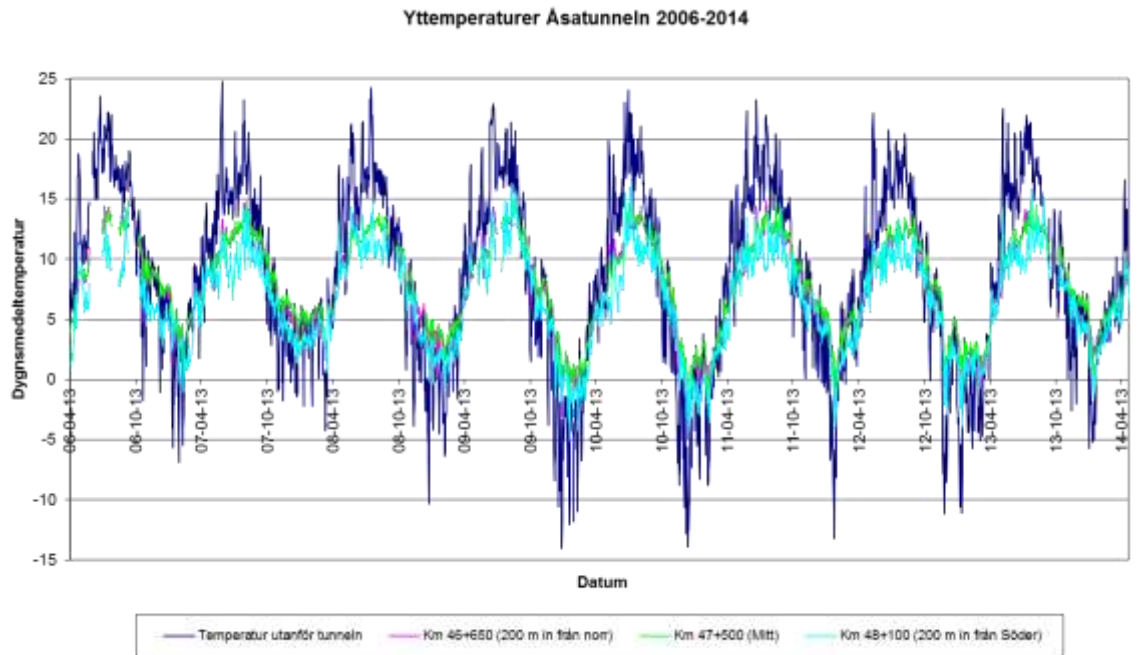
4.1. Temperaturmätningar längs tunneln

4.1.1. Luft- och yttemperaturmätningar

Temperaturer har mätts i nio sektioner längs tunneln och nedan redovisas utvalda mätserier. I Figur 1 visas lufttemperaturmätningarna från starten 2006-04-13 till 2014-05-01 och i Figur 2 visas yttemperaturmätningarna för motsvarande tidsperiod. De enskilda mätserierna är svåra att urskilja i diagrammen, men de ger en bild av hur temperaturen har varierat över åren. Mätningarna visar att temperaturerna var lägst och hade längst varaktighet under 0 °C under vintrarna 2009/2010, 2010/2011 och 2012/2013.



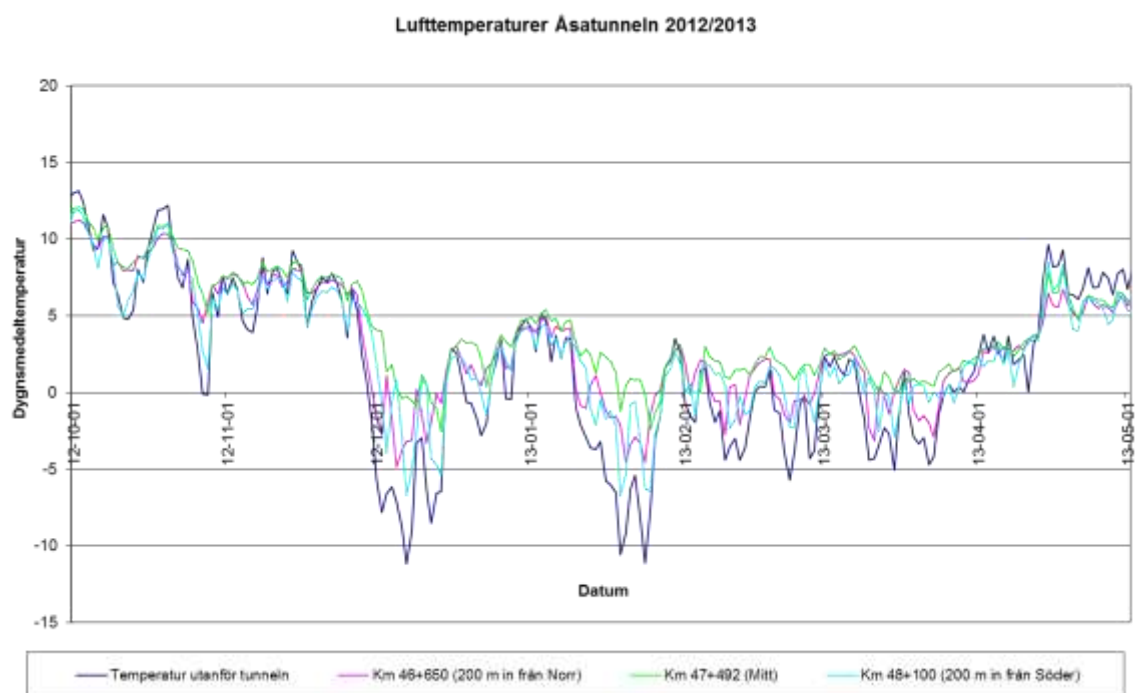
Figur 1 Lufttemperaturer i och utanför Åsatunneln från 2006-04-13 till 2014-05-01



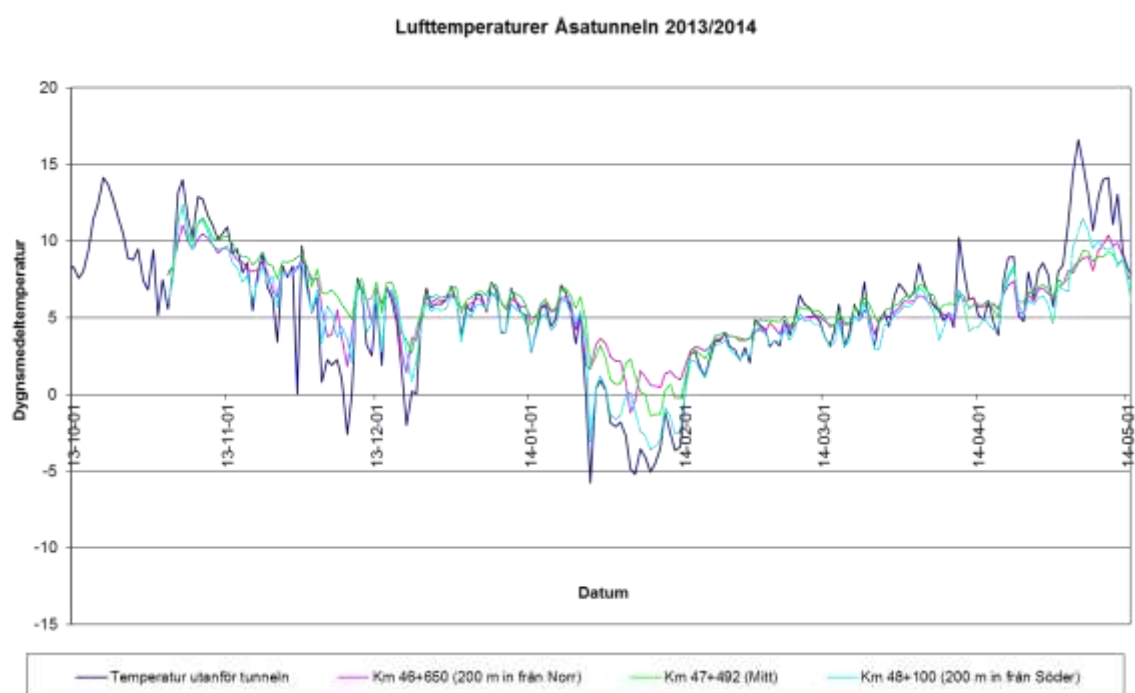
Figur 2 Yttemperaturer i Åsatunneln från 2006-04-13 till 2014-05-01

4.1.2. Temperaturmätningar längs tunneln 2012-2014

I Figur 3 och Figur 4 visas lufttemperaturmätningarna i och utanför Åsatunneln under vinterperioderna 2012-2014. Under vinterperioden är temperaturen oftast högst i mitten av tunneln (grön linje). Åsatunneln är byggd med en svacka i mitten på tunneln, så här värms tunnelluften upp av bergvärmens. Temperaturerna i den norra delen (rosa linje) och den södra delen (ljusblå linje) reagerar olika på uteluftens temperatursänkning. När temperatursänkningen ligger kring och under 0 °C, så sjunker temperaturen vid den södra mätstationen lägre än vid den norra. Det beror på att den södra mynningen är lägre belägen än den norra. Den av bergmassan uppvärmda tunnelluften stiger uppåt mot den högre belägna mynningen enligt "skorstenseffekten" och temperaturen blir högre i den norra delen av tunneln. Mer om hur skorstenseffekten påverkar köldinträngningen i Åsatunneln finns att läsa i André, 2012b.



Figur 3 Lufttemperaturer i och utanför Åsatunneln från 2012-10-01 till 2013-05-01



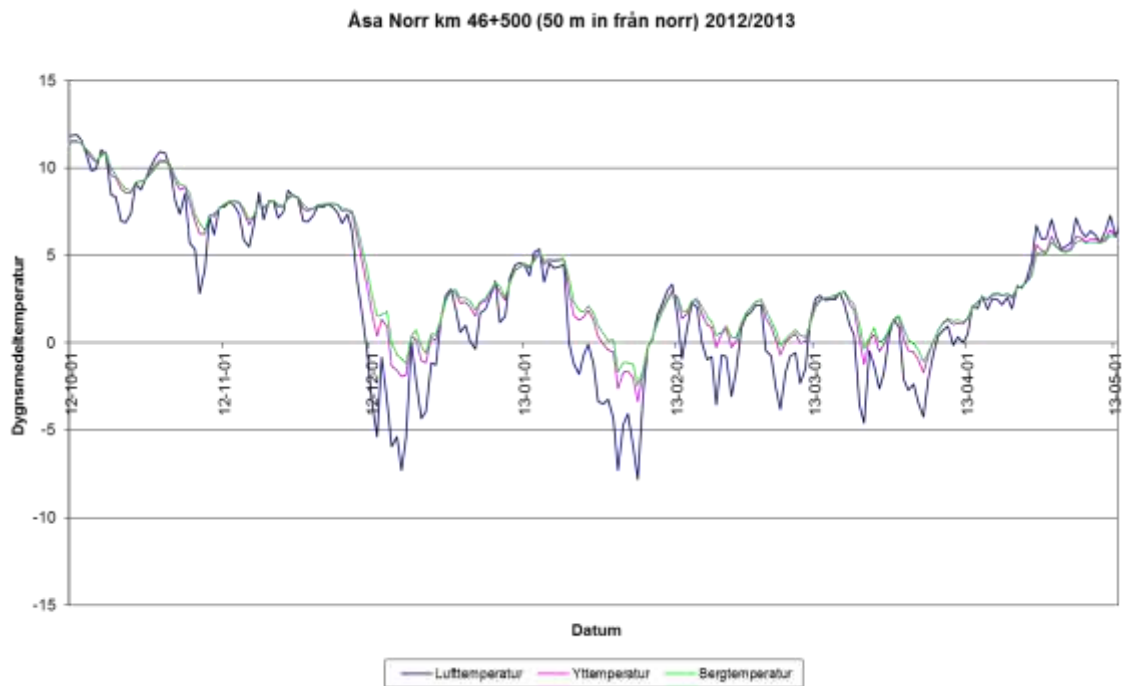
Figur 4 Lufttemperaturer i och utanför Åsatunneln från 2013-10-01 till 2014-05-01

4.1.3. Köldinträngning och jämförelse med modellstudie

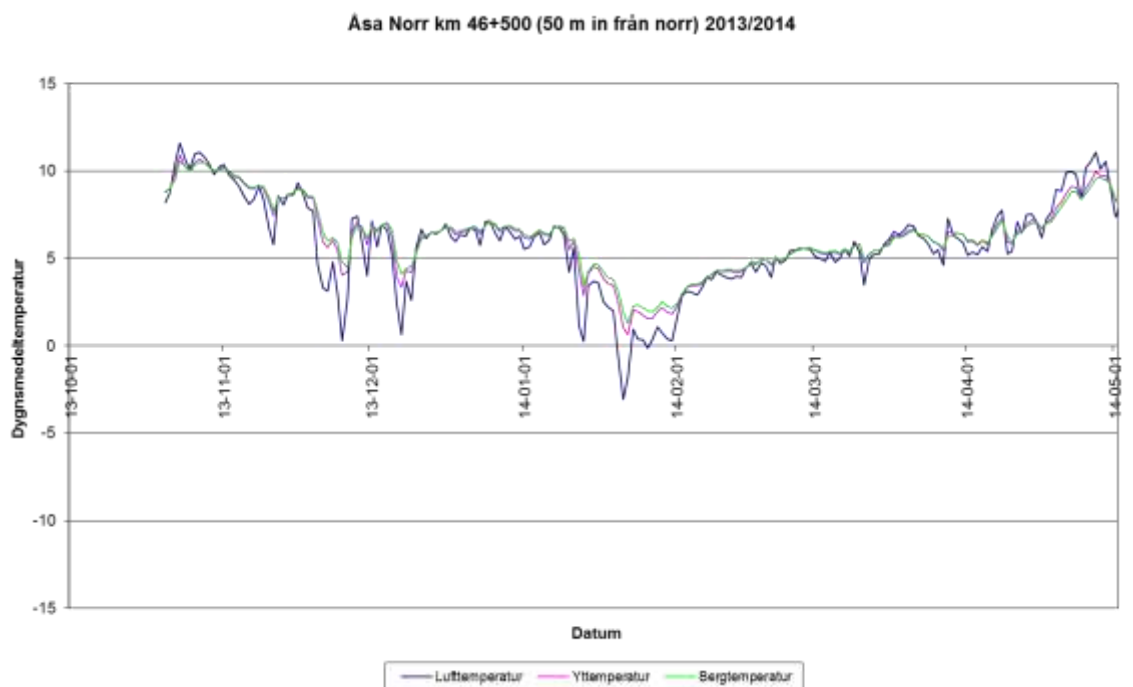
De hittills utförda mätningarna visar att kylan tränger längre in i tunnlarna än tidigare antaganden. Mätningarna visar att trots att tunneln är 1850 m lång, sker köldinträngning i hela tunnelns längd även vid några få minusgrader utanför tunneln. För mer information om köldinträngning och jämförelse med modellstudien, se redovisning i rapporterna Andrén, 2008b och Andrén, 2012b.

4.2. Bergtemperaturer

Bergtemperatur 10 cm in i berget mäts i fem sektioner längs tunneln. I efterföljande diagram visas luft-, yt- och bergtemperatur för de fem sektionerna vid de två olika vinterperioderna 2012/2013 och 2013/2014. I vissa figurer visar mätningarna avbrott i mätserierna och orsaken är problem i loggern eller kontakten med Trafikverket.

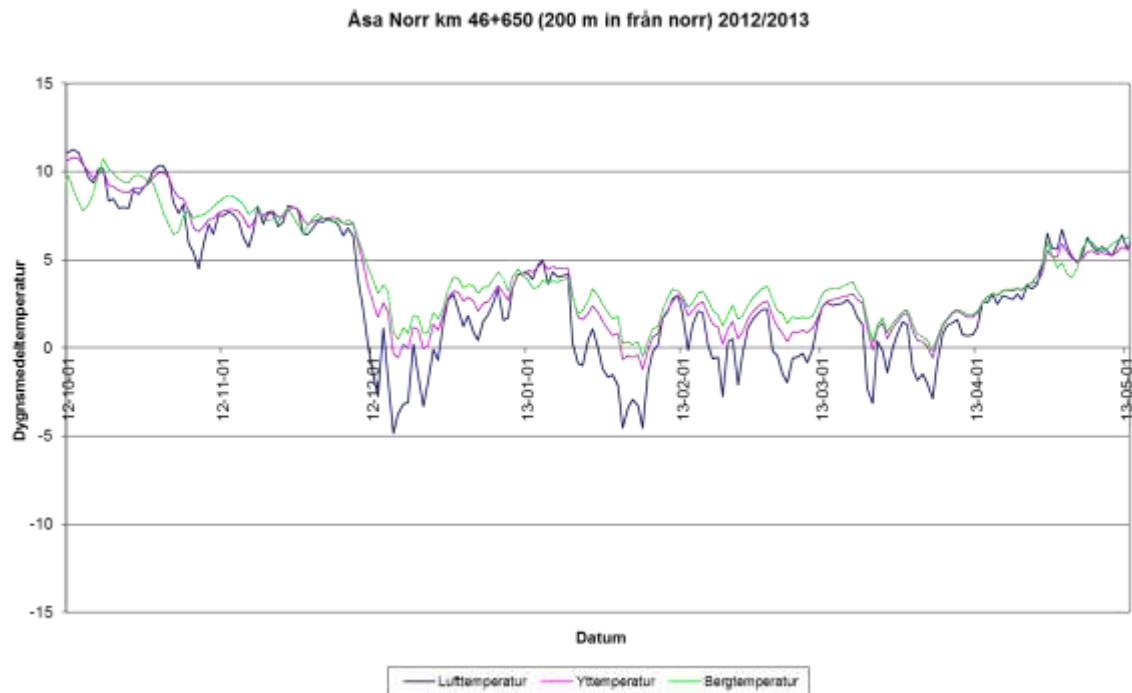


Figur 5 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 50 m in från norra mynningen under perioden 2012-10-01 till 2013-05-01

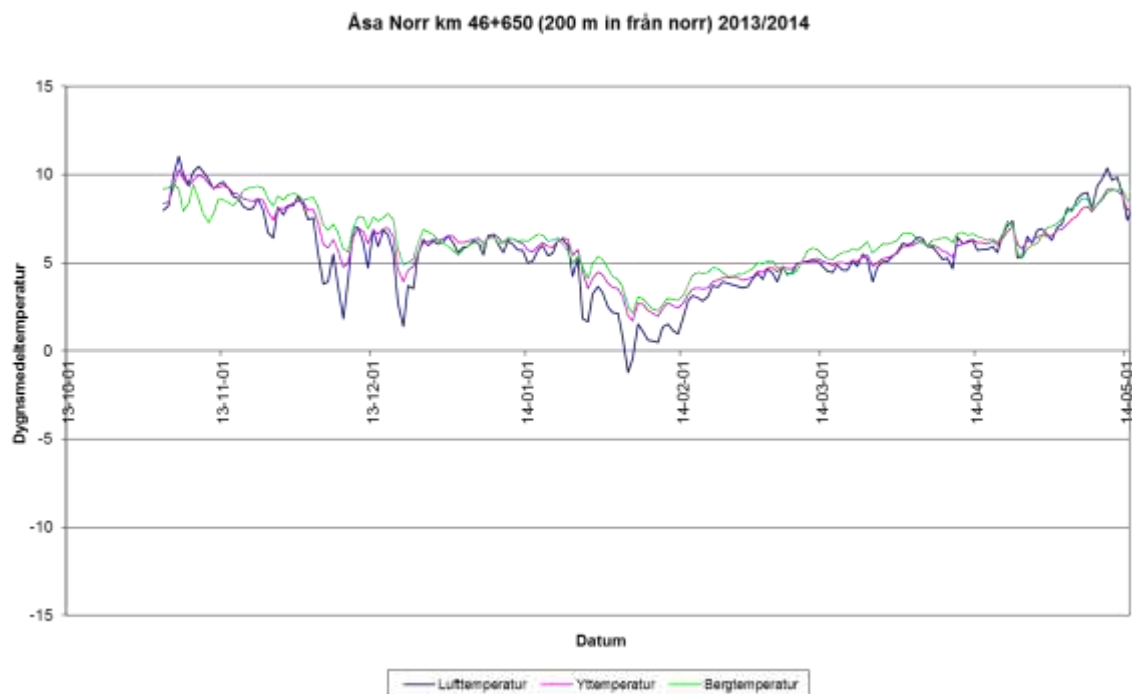


Figur 6 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 50 m in från norra mynningen under perioden 2013-10-01 till 2014-05-01

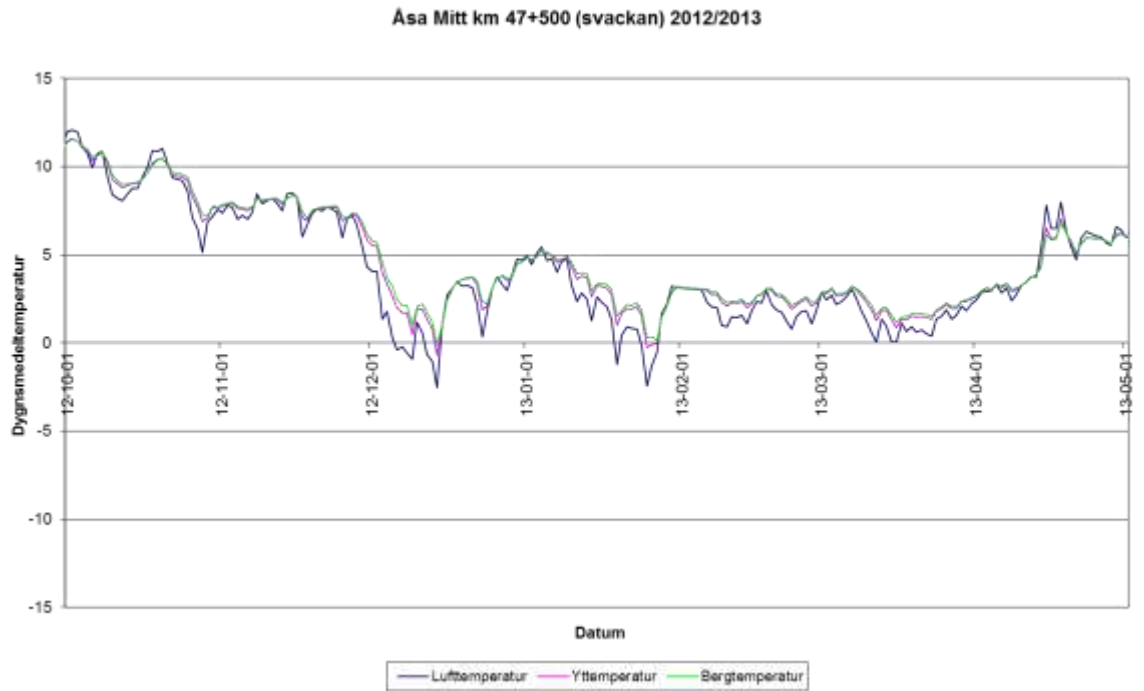
Bergtemperaturlinjen vid 200 m in från norra mynningen beter sig i vissa fall underligt utan att någon förklaring har kunnat ges (se oktober-november i Figur 7 och Figur 8).



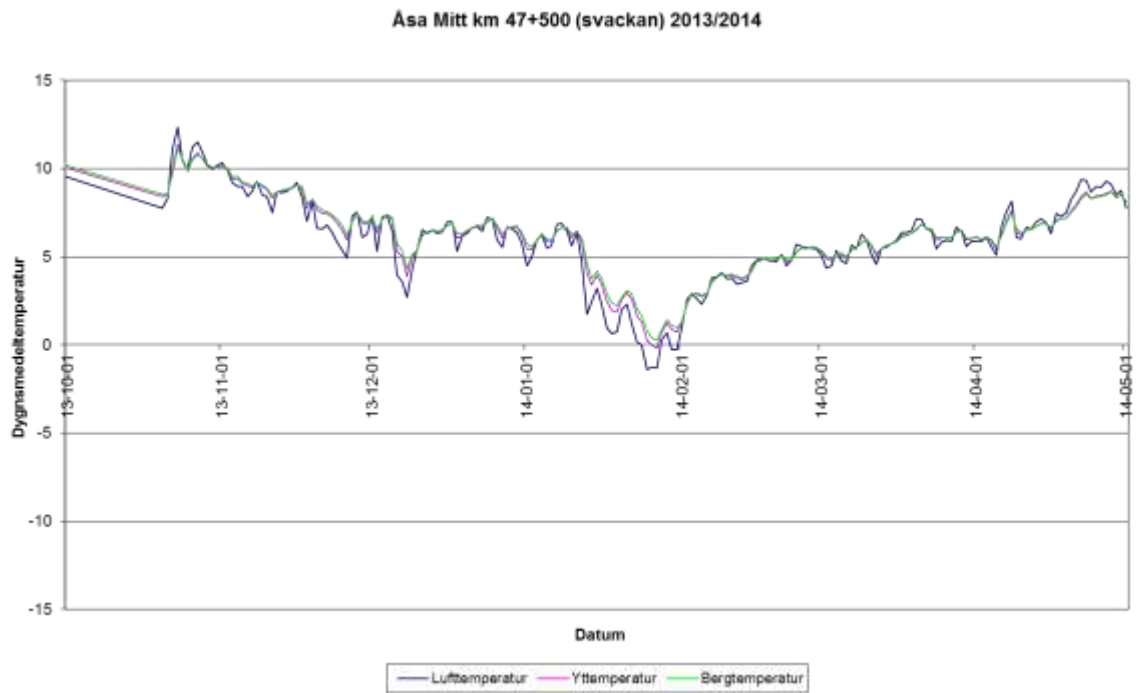
Figur 7 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 200 m in från norra mynningen under perioden 2012-10-01 till 2013-05-01



Figur 8 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 200 m in från norra mynningen under perioden 2013-10-01 till 2014-05-01

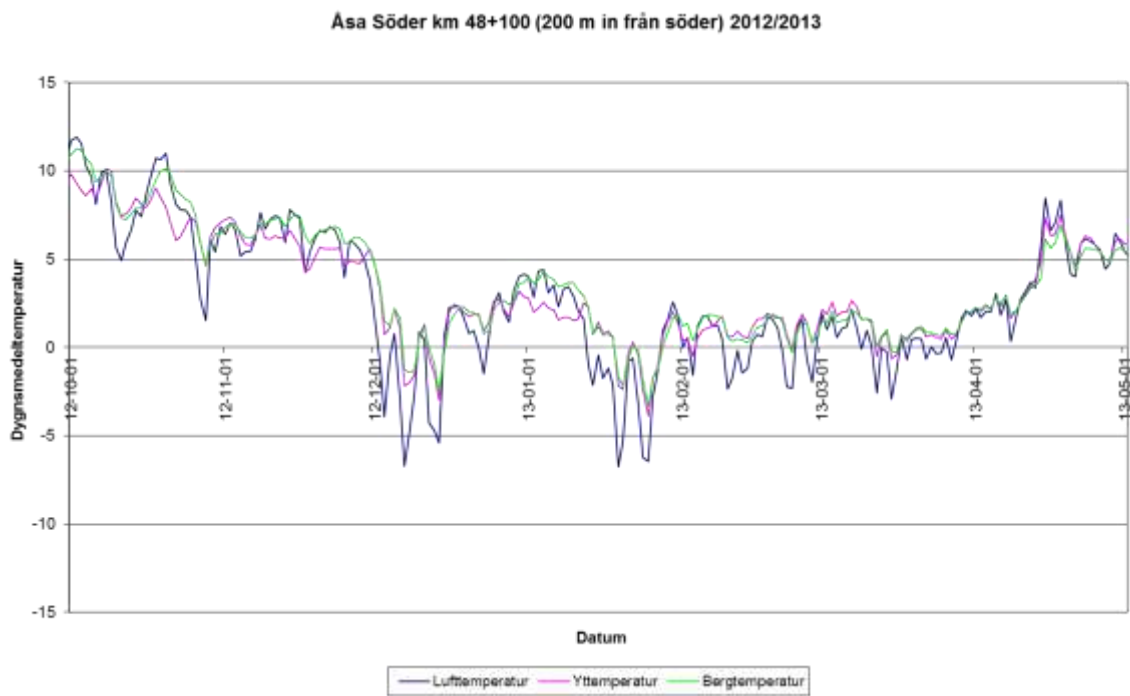


Figur 9 Luft-, yt- och bergtemperatur vid svackan i mitten av tunneln under perioden 2012-10-01 till 2013-05-01

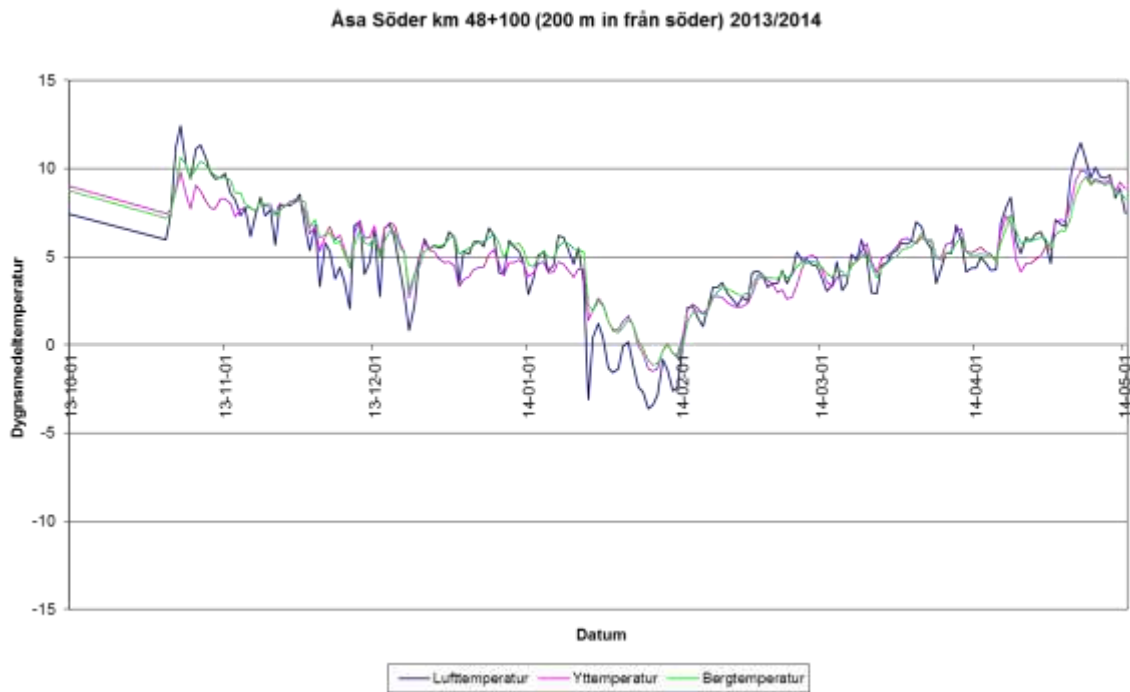


Figur 10 Luft-, yt- och bergtemperatur vid svackan i mitten av tunneln under perioden 2013-10-01 till 2014-05-01

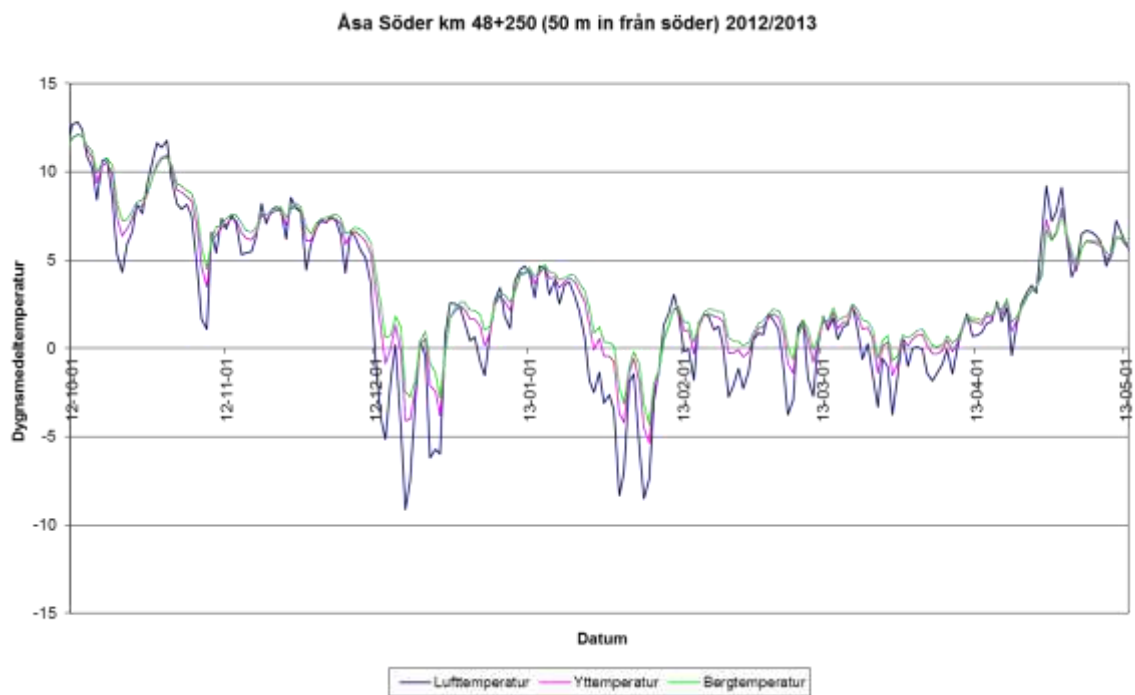
Vid den södra mätstationen 200 m in från den södra mynningen (Figur 11 och Figur 12) visar yttemperaturgivaren ibland märkliga mätvärden. Tekniker har varit på plats för att kontrollera ifall något fel kunde upptäckas på givaren, men inget fel har observerats.



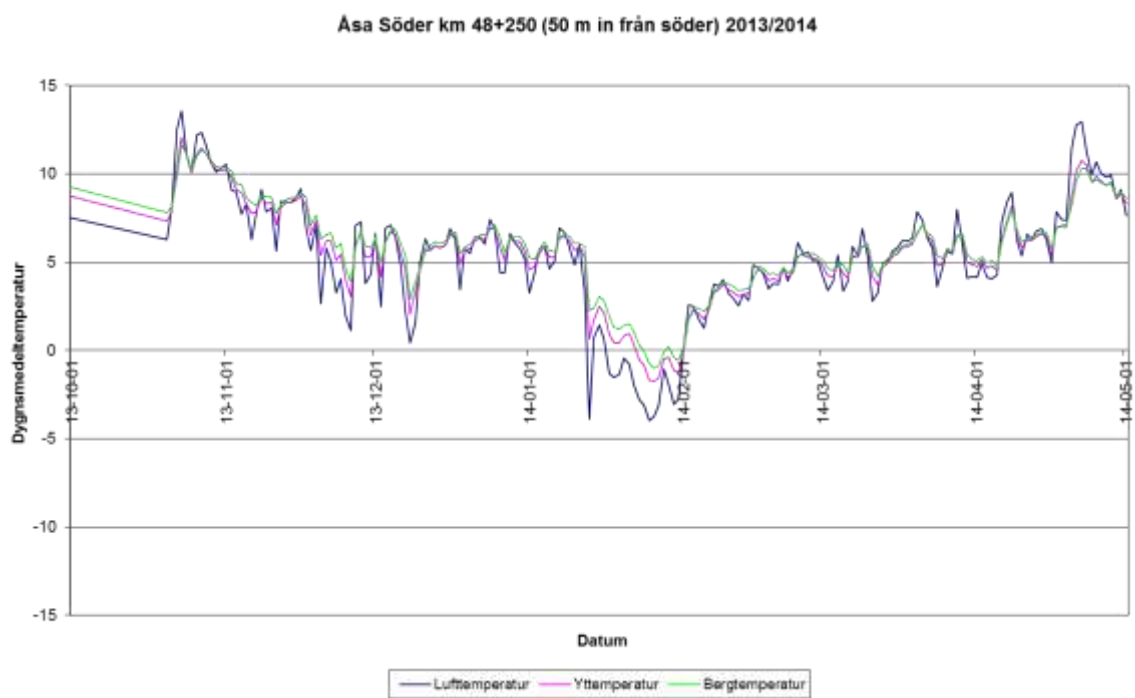
Figur 11 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 200 m in från södra mynningen under perioden 2012-10-01 till 2013-05-01



Figur 12 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 200 m in från södra mynningen under perioden 2013-10-01 till 2014-05-01



Figur 13 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 50 m in från södra mynningen under perioden 2012-10-01 till 2013-05-01

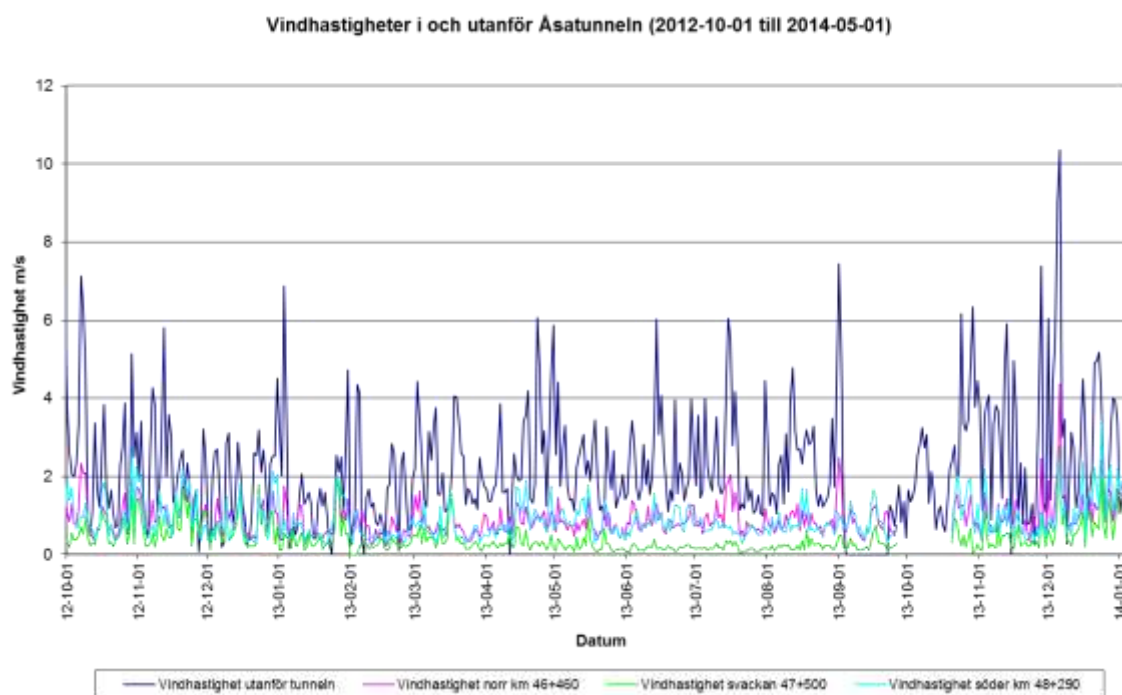


Figur 14 Luft-, yt- och bergtemperatur vid 50 m in från södra mynningen under perioden 2013-10-01 till 2014-05-01

4.3. Vindhastighet i och utanför tunneln

I Figur 15 visas vindhastigheten i och utanför tunneln. Mätningarna visar att toppar och dalar för de olika mätserierna följer varandra till viss del, men att vindhastigheten utanför tunneln inte nämnvärt påverkar vindhastigheten i tunneln. Vid den mittersta mätstationen i svackan (grön kurva) är vindhastigheten lägre än vid mynningarna och vid den norra mätstationen (rosa kurva) är vindhastigheten oftast högst. Att det är högst vindhastighet i den norra mätstationen kan bero på att det är den högre belägna mynningen. Hit stiger den varma luften vilket orsakar mer luftrörelser än i den lägre belägna mynningen i söder (ljusblå kurva).

Vid den mittersta mätstationen (grön kurva) är vindhastigheten lägre än både den norra (rosa kurva) och den södra mätstationen (ljusblå kurva) under sommarperioderna. Figur 15 visar på en något ökad vindhastighet under vinterperioderna för den mittersta mätstationen (grön kurva). Den ökade vindhastigheten tyder på ökade luftrörelser genom hela tunnelns längd under vinterperioden. Detta är logiskt med tanke på att temperaturskillnaderna mellan uteluft och tunnelluft är större under denna period, vilket driver på skorstenseffekten.



Figur 15 Vindhastighet i och utanför tunneln under perioden 2012-10-01 till 2014-05-01

Mätningarna av vindhastighet i och utanför tunneln visar att vindhastigheten utanför tunneln inte nämnvärt påverkar vindhastigheten i tunneln, som inte heller påverkas av vindriktningen utanför tunneln (se avsnitt 4.3 och 4.4 i André, 2012b). En jämförelse mellan vindrörelserna i Åsatunneln (tunnel med svacka i mitten) och Glödborget (lutande tunnel) har gjorts i rapporterna André, 2012a och André 2012b.

Referenslista

Andrén, A., 2008a. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Glödbergstunneln. Statusrapport 2008. Borlänge: Banverket XTBG.

Andrén, A., 2008b. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2008. Borlänge: Banverket XTBG.

Andrén, A., 2012a. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Glödbergstunneln. Statusrapport 2010. Borlänge: Trafikverket.

Andrén, A., 2012b. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2010. Borlänge: Trafikverket.

Andrén, A., 2016a. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Glödbergstunneln. Statusrapport 2012. Borlänge: Trafikverket.

Andrén, A., 2016b. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Åsatunneln. Statusrapport 2012. Borlänge: Trafikverket.

Andrén, A., 2016c. Temperaturflöden i järnvägstunnlar – Glödbergstunneln. Statusrapport 2014. Borlänge: Trafikverket.

Sandberg, M., m.fl., 2002. Köldinträngning i järnvägstunnlar. Utveckling av ett projekteringsverktyg. Gävle: Högskolan Gävle, KTH, Banverket.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 99 97

www.trafikverket.se