



# WSP

**NVF 2019-03-28**

*Göran Nygren*

# Luftkvalitets påverkan på säkerhet - ökad komplexitet och ökade krav på detektion etc

## Frågeställning:

Hur påverkas säkerheten/risknivån när ventilationshastigheten ökas till ca 10-15 m/s för att minska föroreningarna i en tunnel?

Benämning		Vindhastighet	
på land	till sjöss	m/s	km/h
Lugnt	Stiltje, bleke	0–0,2	0–1
Svag vind	Nästan stiltje, svag bris	0,3–1,5	1–5
Svag vind	Lätt (laber) bris	1,6–3,3	6–11
Måttlig vind	God bris	3,4–5,4	12–19
Måttlig vind	Frisk bris	5,5–7,9	20–28
Frisk vind	Styv bris	8,0 –10,7	29–38
Frisk vind	Hård bris, frisk kuling/kultje	10,8 –13,8	39–49
Hård vind	Styv kuling/kultje	13,9 –17,1	50–61

Hur påverkar det t ex vitala systemen för säkerhetskoncept i undermarksmiljöer som detektion. Svårt att initiera åtgärder för att hantera olyckor om inte detektionen kan detektera dem.

# Luftkvalitet och risker

Luftkvaliteten i varje tunnel styrs med hänsyn till två principer

1. Acceptabel riskhöjning för dagliga pendlare
2. Samhällsekonomisk lönsamhet

Fallstudie – Förbifart Stockholm, långa tunnlar

– Risk för förtida dödsfall för dagliga pendlare är cirka 7% (givet 75% kupéventilation)

– Jämfört med

- Radonhus 2,6%
- MKN 3% (miljökvalitetsnormer som fastställs när det gäller luftkvalitet i gaturum. Det gränsvärde som angetts där (dygnsmedelvärde för PM 10 > 50 µg/m<sup>3</sup>, accepteras högst 35 dagar om året) har satts så att det ger 3 % ökad risk för dödsfall för den som vistas varaktigt i miljön.)

– Samhällsekonomiskt lönsamt att köra ventilationen för fullt och bygga ut dess omfattning. Brytpunkten för när endast UAI är samhällsekonomiskt lönsam motsvarar en investeringskostnad på 7,1 miljarder kronor

(Källa: <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/regler/vag/rapporter/rapport-tunnelluft-180816.pdf>.)

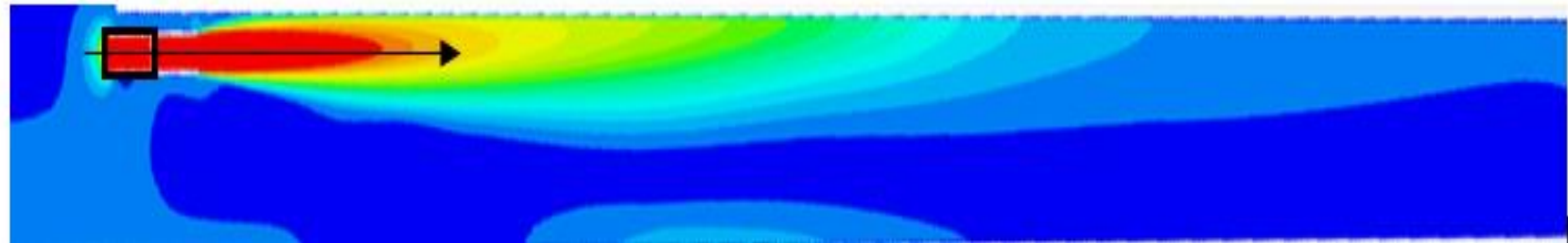
# Genomförda försök – forskning kring lufthastighet och påverkan på brandförlopp

Bränder i tunnlar – tester och försök

- Genomförda med vissa förutsättningar att förhindra backlayering,
- Försök kring vad är kritisk lufthastighet i olika tunnellutningar mm. Ca 3-4 m/s.
- Försök är genomförd på lufthastigheter om ca 1-4,5 m/s. Ofta skapade med stora fläktar i mynningen. Samt en del skalförsök 1:20 skala.
- Initialhastighet ofta låg.

## Ventilationshastighet i tunnlar - kösituation

- Medelhastigheten i ett tunneltvärsnitt är/kan vara ca 5-10 m/s, vid långsamtgående trafik.
- Lufthastighet som kan uppstå från kolvverkan kan vara runt 5 - 7 m/s. Fritt flytande trafik.
- En impulsfläkt har en utloppshastighet på 25 - 30 m/s men denna hastighet klingar succesivt av längre nedströms. Är ibland rikta mot centrum av tunneltvärsnitt.



# Bromsa luftflödet

- Framförvarande trafik, i annan del av tunneln kan skapa pistongverkan tills trafiken har lämnat tunneln.
- Bromsa luftflödet, tar tid, högre hastigheter tar längre tid att bromsa upp.



## Symboler

Blue arrow: Portal inflow  
Red arrow: Exhaust air  
Green arrow: Supply air  
Jet fan icon: Jet fan and airflow direction

Figure 6: Longitudinal ventilation concept with jet fans

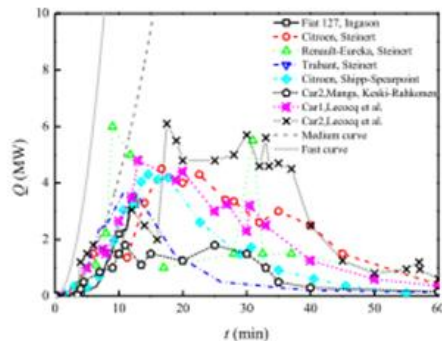
## Hur påverkas brandförloppet av höga lufthastigheter?

- Ökad tillväxthastighet. Lönnermark och Ingason visat att tillväxthastigheten kan ökar med ca 5-10 gånger vid ventilationspåverkan.
- Ökad maximal effekt, ca 1,3-1,7 gånger högre vid ventilationspåverkan. I försök där hastigheten endast varit maximalt 4,5 m/s.
- Högre risk för brandspridning mellan fordon, längre flamlängd, flammor som trycks nedströms t ex mot fordon i kö.
- Snabbare brandgasspridning i tunneln, fler påverkas.
- Påverkan på utrymning? Gå i 10-15 m/s lite forskning.

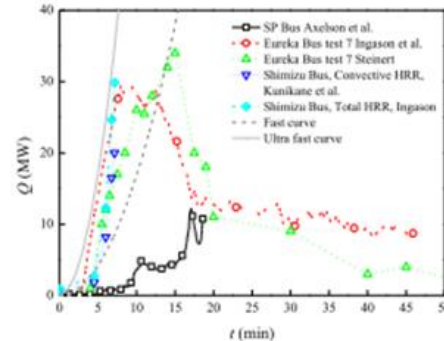
# Händelseförlopp

Tillgänglig tid för utrymning ska vara längre än tid till kritiska förhållanden för brand- och utrymningsförlopp.

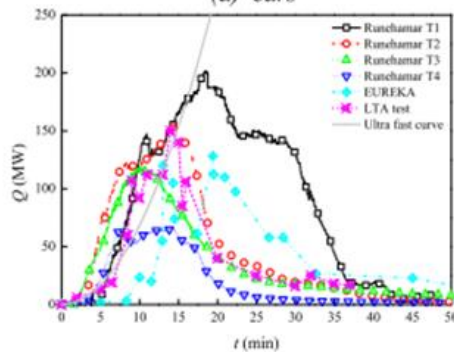
Risk för ökad restrisk när brandförloppet påverkas.



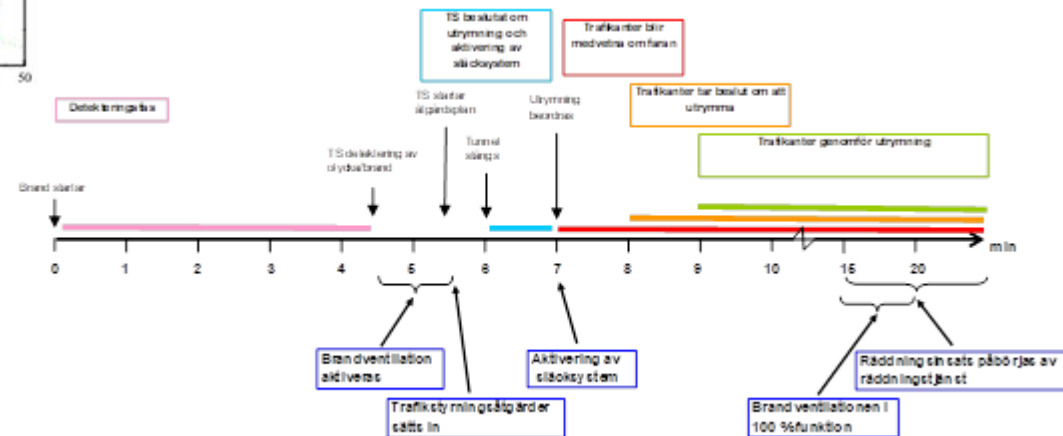
(a) cars



(b) buses



(c) trucks





# Detektionssystem

Detektortyp	Vissa svagheter
<b>Värmedetektorer</b> Värmekabel  IR-kamera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Svårt att detektera svaga brandförlopp.</li> <li>- Kan i miljöer med höga luftflöden ha svårt att detektera och placera en brand p g a utspädning av brandgaser och därmed värme</li> <li>- Bedöms svårt att kalibrera i en miljö med skiftande ventilationsförhållanden och trafikeringsförhållanden, skapar falsklarm</li> </ul> <p>Kan inte avgöra vad som är brand och vad som är varma ytor, tex varma bromsar, cigaretter, varm motor, mindre lågor e t c vilket ger falska larm</p>
<b>Multigasdetektor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- komplicerade att ställa in för att täcka in samtliga gaser</li> <li>- tidigare erfarenhet pekar på en stor andel falsklarm</li> </ul>
<b>Rökdetektor</b> Punktdetektor  Aspirerande system	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kan ge falsklarm på små partiklar och damm om den inte kalibreras</li> <li>- har svårt att detektera vid höga ventilationsflöden/höga lufthastigheter</li> <li>- kan ha svårt att precisera plats för brand, speciellt i turbulenta miljöer</li> </ul>
<b>Flamdetektorer</b> UV, UV/IR samt trippel IR  Visuell flamdetektor (bildanalys)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kan ge falsklarm vid störande källor</li> <li>- Kan inte se inestängda eller dolda bränder,</li> <li>- kan inte detektera pyrande bränder</li> </ul> <p>- kan inte se dolda bränder, behov av att täcka upp varje plats från minst 2 håll</p> <p>- kan inte detektera pyrande eller inestängda bränder</p>

## Grundproblem

För mycket trafik leder till köer, köer ger upphov till höga halter av luftföroreningar som är skadliga för hälsan och ventilationen behöver hantera detta genom ett flöde genom tunneln.

Fritt flytande trafik orsakar mindre luftföroreningar som troligen behöver lägre ventilationsflöden. Fritt flytande trafik ger även ett bättre flöde i vägnätet. En åtgärd för att uppnå bra luftkvalitet bör därför vara att styra trafiken så att köer inte uppstår i tunnlar, detta kan ske på flera sätt genom att aktivt reglera den trafik som ska trafikera tunneln.

## Men hur ser viljan ut och olika agendor

- Uppnå miljömål = minska biltrafiken, Agenda 2030, etc
- Det ska vara svårt att ta sig fram, bilister ska välja kollektivtrafik i första hand.
- Det ska ta tid och vara dyrt att ta sig in i staden. Köer avskräcker...
  
- Mer attraktivt vägnät, spara tid, smidigt att komma fram osv, leder till ökade trafikflöden.
  
- Kan trafikstyrning som leder till mindre andel kö vara en lösning?!

## Andra alternativ

Flera luftutbytesstationer men bibehållen hastighet för luftflöde i tunneln.

Rening av tunnelluft.

Större tunnelvolym men större luftflöde.

Minska andelen kö – aktiv styrning av trafikflöden. Reglering av intervall på trafiksignaler, rampmetering, variabla hastigheter, hårdstängning av huvudlinje/ramper mm

Kombination av åtgärder för att skapa balans mellan säkerhetsmål och luftkvalitet. Skapar robusthet.

Tack!

*wsp.com*

wsp

wsp

wsp