

# DP5 - Säkerhet

Dnr: 2021/5964

Datum: 23.12.2021

PB 1060, AX-22111 Mariehamn

[registrator@regeringen.ax](mailto:registrator@regeringen.ax)

+358 18 25 000

[www.regeringen.ax](http://www.regeringen.ax)

# Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	2
1.1. Bakgrund .....	2
1.2. Syfte, mål och frågeställningar .....	2
1.3. Avgränsningar och antaganden.....	2
1.4. Metodik.....	2
2. Analys.....	3
2.1. Räddningsmyndigheterna på Åland.....	3
2.2. Räddningsmyndigheten på Färöarna.....	3
2.3. Studier om säkerhet i tunnlar.....	4
2.4. Säkerhetsstandarder .....	5
3. Resultat och diskussion .....	7
4. Referenser .....	8

# 1. Introduktion

Säkerheten i en tunnel är viktig för att minska konsekvenserna av en olycka. Tunneln behöver även uppfylla EU-direktiven och den säkerhetsstandard som anses lämplig utifrån tunnelns längd och estimerade trafikflöde.

Räddning i tunneln skiljer sig mycket mot räddning på landsväg. För att få en bild av vilken säkerhetsstandard som behövs för tunneln är det därför viktigt med input från räddningsmyndigheter, både på Åland och räddningsmyndigheter med erfarenhet av räddning i tunnel.

## 1.1. Bakgrund

I underlaget till framtida beslutet om Föglötunneln behöver det framgå vilka säkerhetsmässiga konsekvenser de olika tunnel-alternativen får. För att uppnå tillräcklig säkerhetsstandard är det viktigt att förstå vad de olika koncepten innebär i praktiken.

## 1.2. Syfte, mål och frågeställningar

Delprojektet syftar till att ta reda på vad som är viktigt att tänka på vid ett tunnelbygge ur ett säkerhetsmässigt perspektiv. För att uppfylla detta behöver följande frågeställningar besvaras:

- Vad finns det för tidigare erfarenheter kring säkerhet och räddning i tunnlar?
- Vad innebär de olika säkerhetsstandarderna och vilken är mest lämplig att implementera för Föglötunneln?

## 1.3. Avgränsningar och antaganden

I projektet görs följande antaganden:

- Årsdygnstrafiken blir enligt troligt scenario från delprojektet om trafikflödesanalys.
- Tunnelns längd är mellan 10 och 11 km.
- Erfarenheter från liknande tunnlar på Färöarna och Norge är applicerbara på Föglötunneln.

## 1.4. Metodik

Intervjuer och höranden med personer inom räddningsmyndigheter med erfarenhet av räddning i tunnel och personer med lång erfarenhet av tunnelbygge genomförs löpande. Statistik kring säkerhet används för att få en bild över vilka risker det finns i en tunnel. Resultaten samlas in och sammanställs till en slutsats för de olika tunnelstandarderna och alternativen.

## 2. Analys

Projektet har intervjuat personer från Ålands och Färöarnas räddningsmyndighet. Synpunkter och erfarenheter har samlats in som stöd i beslutet av tunnelstandard. Projektet har även gått igenom tidigare studier kring olyckor och vilka faktorer som påverkar säkerheten i tunnlar.

### 2.1. Räddningsmyndigheterna på Åland

Brandingenjör från Ålands räddningsmyndigheter har intervjuats om synpunkter kring ett tunnelprojekt. Från samtalet framkom följande aspekter att ta hänsyn till:

- Räddning kommer ske främst från fasta Åland då det inte finns tillräckligt med utrustning eller utbildning från Föglösidan.
- En tvårörstunnel (eller enkelrör med mellanvägg) är att föredra då det underlättar en räddningsaktion och minimerar risken för personskador.
- Brand i elbilar är svårsläckta och ställer extra krav på räddningsmyndigheten, om det sker i en tunnel försvårar det ännu mer.

### 2.2. Räddningsmyndigheten på Färöarna

Heini Østerø, beredskapschef vid Färöarnas räddningsmyndighet, hördes av tunnelkommittén över Teams. Heini har jobbat 25 år inom räddningstjänsten på Färöarna och har varit med och tagit fram deras lokala beredskapsplan. En fullständig genomgång av hörandet finns i [1], nedan är en sammanfattning av de viktigaste punkterna ut projektets synvinkel:

- Det viktigaste att tänka på är att det finns tillräcklig beredskap på båda sidor om tunneln, det vill säga både på fasta Åland och Föglö.
- En lokalt anpassad beredskapsplan är viktig, i den bör det även ingå vilka resurser som krävs för räddning.
- En plan bör tas fram för de olika olyckor som kan uppstå i tunneln för att underlätta räddningsarbetet och skapa en trygghet hos räddningspersonalen.
- Det krävs ingen speciell utrustning mer än tillräckligt med evakueringsfordon, minst en på varje sida om tunneln. Evakueringsfordonet bör kunna få ut minst 8 personer i taget och vara utrustad med syrgas och masker och gärna en värmekamera. Det vore också bra om det finns vattentillförsel vid tunneln.
- Varje räddningsteam består av 8 deltidsbrandmän varav 3 agerar rökdykare. I enkelrörstunnlar är det viktigt med beredskapen och rökdykare på båda sidor om tunneln, alla i teamet är därför utbildade rökdykare.

- Tekniska hjälpmedel i tunneln underlättar räddningsarbetet, till exempel:
  - Övervakningskameror längst tunneln.
  - Rökdetektering och automatiskt larm.
  - Ventilation som automatiskt blåser röken den närmaste vägen.
  - Bommar på utsidan för att snabbt kunna spärra av tunneln.
  - Vändplatser i tunneln där även lastbilar kan vända.
  - Högtalarsystem för att kommunicera med personer i tunneln.
  - Nödbelysning och uppmärkning för var människor ska ta sig vid utrymning.
- Trafikbeteendet i tunnarna motsvarar ungefär det som är på vägarna. Det noteras dock att för de längre tunnarna är det fler som kör för fort. Det kan gå att undvika med fartkameror, dock har det inte implementerats på Färöarna än.
- Specialtransporter av brandfarliga ämnen sker nattetid då det är låga trafikvolymmer.
- Inga cyklister eller fotgängare bör vara tillåtna i tunneln.
- Regelbundna övningar enligt beredningsplan.

## 2.3. Studier om säkerhet i tunnlar

I studier om säkerhet är olycksfrekvensen en viktig aspekt att ta hänsyn till. Olycksfrekvensen innebär antal årliga personskador som sker per miljon fordonskilometer.

En studie [2] har gjorts på 195 tunnlar under en 4-årsperiod i vilka det under perioden skedde 762 alvarliga olyckor. Studien kommer fram till bland annat följande resultat:

- Olyckor i tunnlar var något vanligare än motsvarande motorvägssträcka i två tredjedelar av tunnarna i studien och lägre i resterande tunnlar.
- Förutom förarens beteende och den sämre sikten i tunnarna berodde resultatet även på tunnelns utformning och trafikegenskaperna.
- På grund av ovan punkt rekommenderas därför bland annat att det ska finnas möjlighet för räddningsfordon att ta sig in via en räddningsfil.

En annan studie [3] som gjord kommer fram till resultat där risken för olyckor i tunnlar är ungefär hälften av motsvarande på öppen väg. Dock var olyckorna som skedde i en tunnel allvarigare. Studien kommer fram till följande resultat:

- Den troliga orsaken till minskade olyckor i tunnel jämfört med på öppen väg är att förarna är mer försiktiga när de kör i en tunnel.
- Olycksrisken är som störst vid tunnelmynningarna (50-300 m in i tunneln), dock är det faktiska olyckstalet högre i mitten av tunneln då sträckan är längre.
- 70% av olyckorna orsakades av krock bakifrån på grund av för höga hastigheter och/eller aggressiva filbyten.
- I genomsnitt är olycksfrekvensen 0,19.

Statens Vegvesen har undersökt 797 norska tunnlar under perioden 2001-2006 [4]. Studien kommer fram till bland annat följande punkter:

- De vanligaste typerna av olyckor var genom påkörning bakifrån (43%), singelolyckor (35%) och frontalkrockar (15%).
- I genomsnitt är olycksfrekvensen 0,08 i tunnlar som är längre än 3 km. Ju längre tunnel desto mindre är olycksfrekvensen.
- Det är störst olycksrisk i närheten av tunnelmynningarna.
- Tunnlar som har en större radie (mindre kraftiga svängar) har en klart mindre olycksrisk än de med liten radie.
- Det sker färre olyckor i tunnlar än på vägar, men de olyckor som sker i tunnlar är allvarligare.

Studier har gjorts på bränder i tunnlar för tunga fordon och/eller fordon med farligt gods [5], vilket skapar de mest allvarliga olyckorna. Studien kommer fram till följande slutsatser kring de 33 bränder som studerats:

- De flesta bränder orsakas av någon form av tekniskt eller elektriskt fel på fordonen, inte av kollisioner.
- Olyckorna sker oftast i branta uppförslut för tunga fordon. Det rekommenderas att dessa fordon utrustas med ett självsläckningssystem, inspekteras regelbundet, och att regelbundna rastplatser finns längst vägen så att fordonet och motorn kan kylas ner.
- Tydliga ansvarsområden och kort responstid från räddningsmyndigheten är väsentligt för att minska konsekvenserna av en olycka och/eller brand.
- De flesta förare har inte kunskap kring den brandsläckningsutrustning som finns i tunnlar och hur man ska använda dem vid brand. Det rekommenderas utbildning inom detta för förare av tungt eller farligt gods.
- Sprinklers i tunnlar är av liten hjälp vid brand, endast i ett av fallen som studerats var sprinklers användbara, men även i det fallet startade branden igen efter att den initialt hade släckts.
- Det noteras att de flesta tunga fordon har stora tankar med bränsle, olja och ofta propangasflaskor.

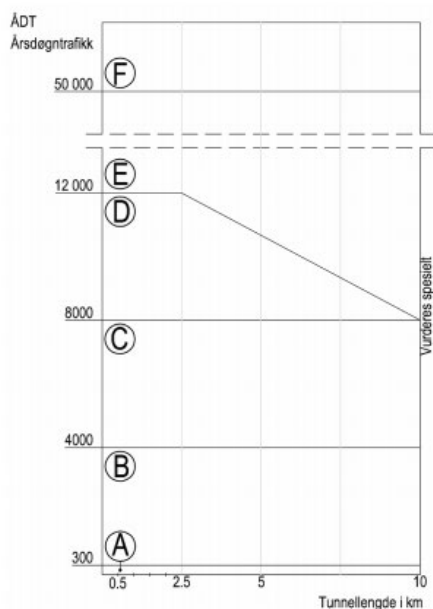
## 2.4. Säkerhetsstandarder

Det finns främst två tunnelstandarder som är intressanta för projektet; EU-direktivet 2004/54/EC [6] (EU-standard) och den norska tunnelstandardens Håndbok N500 [7]. Den norska tunnelstandardens har tidigare fått kritik för att inte vara tillräcklig vilket även Norge på senare år själva håller med om. Därför uppdateras den varje år för att vara mer i linje med övriga rekommendationer från bland annat EU, och den nuvarande norska standarden anses nu likvärdig med EU-standard. Standarden har även använts många gånger i liknande projekt i vår närregion, bland annat i Norge och på Färöarna.

Den största skillnaden är att för norska standard B och C finns det inget krav på evakueringsstunnel medan detta krav finns i EU-standard för tunnlar med ÅDT över 4 000. I övrigt skiljer det sig något i hur tätt det ska vara mellan till exempel nödstationer, parkeringsfickor (vid nödstopp), och vändplatser. I dessa fall är den norska standarden striktare än EU-direktivet.

Åland har egen lagstiftning, men eftersom Åland tillsammans med Finland är en del av EU bör EU-direktivet uppfyllas. Eftersom norska tunnelstandardens har motsvarande säkerhetsnivå går det använda informationen i den för att analysera och räkna på Föglötunneln.

Beroende på tunnelns längd och beräknade årsdygnstrafik (ÅDT) finns det olika standarder och säkerhetsnivåer, se bild från den norska tunnelstandarden i Figur 1 nedan. Det är den beräknade årsdygnstrafiken 20 år fram i tiden som ska användas för att välja standard.



Figur 1. Vilken standard som bör väljas beroende på tunnelns längd och estimerade ÅDT.

Eftersom projektet har estimerat en minimal, trolig och maximal ÅDT på 791, 2 570, respektive 5 032 efter 20 år har analyser gjorts på tunnelstandard B och C. Tunnelklass B har ett tvärsnitt på 9,5 m och tunnelklass C på 10,5 m.

Enligt Figur 1 ovan gäller standarden för tunnlar kortare än 10 km. Föglötunneln beräknas i detta skede bli över 10 km vilket gör att det kommer behövas en mer omfattande säkerhetsanalys för att välja rätt standard och säkerhetsutrustning.

Efter hörande med räddningsmyndigheten på Åland framkommer det också att det vore bäst ur säkerhetssynpunkt med en 2-rörstunnel, därför har även ett alternativ med en mellanvägg analyserats för att simulera en 2-rörstunnel. Mellanväggen gör det möjligt för trafikanter att ta sig till den andra delen av tunneln vid brand och använda den delen som nödutgång. Det gör det även möjligt för räddningstjänsten att ta sig in till fots via röret utan brand och utföra evakuering därifrån.

Ventilationen blåser oftast ut brandröken från tunneln åt det hållet som är närmast utgången. Om det finns en mellanvägg innebär det att röken kan blåsas i trafikriktningen vilket gör att de trafikanter som fastnar bakom olyckan får mindre risk att utsättas för röken.

En nackdel med mellanvägg är att fotgängare tar sig ut i mötande trafik, om de hinner dit innan tunneln hunnits spärras av i motsatt riktning. Den ger också en trängre upplevelse i tunneln vilket eventuellt kan göra trafikanter osäkrare och öka risken för olycka.

### 3. Resultat och diskussion

Följande punkter anses vara viktigast att tänka på ur ett säkerhetsperspektiv och vid dimensionering av tunneln:

- Inga cyklister eller fotgängare kan tillåtas i tunneln.
- Farligt gods bör transporteras nattetid och under låg trafikvolym.
- De största orsakerna till brand i tunneln är på grund av tekniska fel på ett fordon eller tunga fordon som färdas i branta lutningar.
- Vid räddning behöver det finnas tillräcklig beredskap från båda sidor om tunneln.
- En dubbelrörstunnel (eller motsvarande) är säkrare om det uppstår en brand och bör implementeras om ÅDT beräknas nå mer än 4 000 efter 20 år.
- Det krävs ingen speciell utrustning för räddning i tunnel men det är viktigt med tillräckligt med evakueringsfordon på båda sidor om tunneln. För att kunna framföra fordon i en brand i tunneln behöver framdriften av fordonen uppdateras på grund av brandröken.

Räddningstjänstens beredskap behöver framförallt på Föglö utökas för att vid olycka kunna genomföra räddning från Föglösidan vilket innebär extra personal, utrustning, och utbildning. Hur detta praktiskt kan ske är en fråga som behöver undersökas mer ingående.

Räddningstjänsten på Åland framför att en dubbelrörstunnel eller motsvarande är säkrare och underlättar arbetet vid en brand då personer kan fly till den brandfria delen av tunneln och räddningspersonal kan ta sig in den vägen till olyckan.

Tunnlar ska enligt standarden dimensioneras efter det beräknade trafikflödet 20 år efter tunnelns öppnande. Enligt det mest troliga scenariot från delprojektet om trafikflödesanalys uppnår Föglötunneln 2 500 i ÅDT 20 år efter öppnande och 4 000 i ÅDT uppnås efter 30-31 år. Det finns enligt standarderna inga krav på vare sig tvårörstunnlar eller evakueringstunnlar på de estimerade nivåerna av ÅDT. Studier visar dock att det är svårt att förutse framtida trafikflöden, även i projekt där det gjorts en djupgående specifik analys för projektet har det visat sig svårt att förutspå ett troligt trafikflöde.

Enligt EU-direktivet [6] ska det för nya tunnlar finnas en utrymningsväg om trafikflödet överstiger 4 000 i ÅDT. För att slippa dyra ombyggnationer i framtiden är ett alternativ att bygga en tunnel med 10,5 meter tvärsnitt enligt norsk standard C vilket möjliggör att i efterhand installera en vägg mellan körbanorna. Kravet på utrymningsväg skulle då uppfyllas genom att trafikanter kan ta sig mellan körbanorna genom dörrar i väggen.

Tunneln beräknas bli över 10 km vilket enligt standarderna innebär att mer ingående undersökningar kring säkerheten behöver göras innan det går att fullständigt besluta om en standard. På grund av detta finns det anledning till att även titta på alternativ med en mellanvägg, en tunnel med separat utrymningsväg, eller någon likvärdig lösning.



## 4. Referenser

- [1] E. Nilsson, "Ålands Landskapsregering," 20 Oktober 2021. [Online]. Available: [https://www.regeringen.ax/sites/www.regeringen.ax/files/attachments/page/protokoll\\_14\\_0.pdf](https://www.regeringen.ax/sites/www.regeringen.ax/files/attachments/page/protokoll_14_0.pdf). [Använd 18 November 2021].
- [2] M. L. D. G. Circo Caliendo, "Evaluation of Traffic and Fire Accidents in Road Tunnels," *International Journal of Civil Engineering Research*, 2012.
- [3] S. Bassan, "Overview of traffic safety aspects and design in road tunnels," *IATSS Research*, pp. 35-46, Juli 2016.
- [4] F. H. Amundsen och A. Engebretsen, "Studies on Norwegian Road Tunnels II : an analysis on traffic accidents in road tunnels 2001-2006," Statens Vegvesen, 2009.
- [5] OECD, "International Transport Forum," 2001. [Online]. Available: <http://www.internationaltransportforum.org/pub/pdf/01TunnelsE.pdf>. [Använd 18 November 2021].
- [6] "DIRECTIVE 2004/54/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network," 2004.
- [7] "Statens vegvesen Vegdirektoratet, Vegtunneler, Håndbok N500," 2020.