



Kvalitetsoptimering av vägtunnlar under drift

Rapport nr. 07/2008 :

Kvalitetsoptimering av vägtunnlar under drift

Utskott 32: Broar och tunnlar; Undergrupp tunnlar

Författare:	Kenneth Habo, ÅF Hansen & Henneberg, Danmark Johnny Rudolf, Vattenfall Power Consultant, Sverige Tomas Sandman, Vägverket, Sverige
Titel:	Kvalitetsoptimering av tunnlar under drift
Serie:	NVF-rapporter
Upplaga (evt.):	Mai 2008: 10
Utgivningsort:	Oslo, Norge
Tryck:	Företag 2008
ISSN:	0347-2485

NVF-rapporterna kan beställas via respektive lands sekretariat per telefon, fax, e-post eller post. Se kontaktuppgifterna på näst sista sidan.
En uppdaterad rapportförteckning finns på förbundets nordiska hemsida, <http://www.nvfnorden.org>.

Sammanfattning

Kraven på säkerhet i vägtunnlar ökar som en effekt av europeiska regleringar och samhällets krav. Högtrafikerade tunnlar har höga drifts- och underhållskostnader som en effekt av bland annat omfattande miljö- och säkerhetsinstallationer i form av belysning, ventilation och informationssystem samt trafikledning och beredskap. Dessa system har ofta kortare livslängd än övriga delar av tunnelsystemet.

Finns det en möjlighet att kvalitetsoptimera drift och säkerhet?

Grunden för en lyckad lösning läggs redan vid planerings- och kravställningsfasen för anläggningen. Ett långsiktigt tänkande i valet av lösningar redan vid planering och byggande borgar för den driftsatta anläggningens framgång vad gäller tillgänglighet, ekonomi, teknik, miljö och säkerhet. Detta gäller även underhållet, där man bör utveckla en strategi under projektets tidiga skede, och säkerställa att värdet av investeringen inte sjunker till oönskade värden med tiden.

Det driftsatta trafiksystemet kan organiseras som en driftsdel omfattande TMC och förebyggande underhåll samt en beredskapsdel som består av insatsberedskap och avhjälpande underhåll. En optimering av systemet förutsätter en samverkan mellan samtliga dessa delar. Moderna tunnlar har ofta system för datainsamling från driften, vilket möjliggör en utvärdering av driften mot satta mål inom såväl säkerhet som kvalitet och miljö.

Framöver kommer vi inom vägområdet troligen att se fler ekonomiska intressenter från den privata sektorn och därmed en mer resultatbaserad syn på insatser under drift. Dagens höga investeringsnivå kommer också att innebära stor konkurrens om anslag till olika förbättringar i befintliga anläggningar. Detta sammanslaget kommer att ställa delvis nya krav på ekonomiska beslutsmodeller som även innefattar inskränkningar i driften.

Yhteenveto

Vaatimukset tietunnelien turvallisuuden parantamiseksi johtuvat eurooppalaisen säännöstön ja yhteiskunnan vaatimuksista. Vilkkaisesti liikennöityjen tunnelien käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat korkeat johtuen muun muassa laajoista ympäristö- ja turvallisuusjärjestelmistä, jotka muodostuvat valaistuksesta, ilmanvaihdosta ja informaatiojärjestelmistä samoin kuin liikenteenohjauksesta ja pelastusvarustuksesta. Näillä järjestelmillä on usein lyhyempi käyttöikä kuin muilla tunnelin osilla.

Onko mahdollista optimoida turvallisuutta ja käyttökustannuksia?

Perusteet onnistuneelle ratkaisulle luodaan jo hankkeen suunnittelu- ja vaatimustenasettamisvaiheessa. Pitkäjännitteisyys ratkaisujen valinnassa jo suunnitteluvaiheessa ja rakennettaessa johtaa taloudellisuuden, tekniikan, ympäristön ja turvallisuuden kannalta onnistuneeseen ratkaisuun.

Tämä koskee myös ylläpitoa, johon on syytä kehittää strategia jo projektin aikaisessa vaiheessa ja varmistua ettei investoinnin arvo laske ajan myötä alle hyväksyttävän tason.

Liikennejärjestelmän käyttö voidaan organisoida yhdeksi kokonaisuudeksi, joka sisältää liikenteen hallinnan, ennakoivan kunnossapidon, pelastustoimen ja huollon.

Järjestelmän optimointi edellyttää kaikkien näiden osien yhteistoimintaa. Nykyaikaisissa tunneleissa on tiedonkeruujärjestelmät, jotka mahdollistavat turvallisen, laadukkaan ja ympäristön vaatimusten mukaisen käytön.

Tulevaisuudessa tulee yksityisen sektori todennäköisesti lisäämään investointeja infrastruktuuriin ja siten kiinnittämään enemmän huomiota käyttöön ja ylläpitokustannuksiin. Nykyinen korkea investointitaso liikennejärjestelmiin tulee kohdistumaan myös olemassa olevien laitosten parannuksiin. Nämä yhdistettynä tulee asettamaan uusia vaatimuksia taloudelliselle päätöksentekomalleille, jotka johtavat käyttökustannusten alenemiseen.

Summary

The safety level of road tunnels is increasing as a result of European regulations and requirements from the community/society. Installations of safety and environment systems, like lighting, ventilation and informatics, as well as traffic management and surveillance cause high operational and maintenance costs especially in high traffic tunnels. The installations normally have a shorter life span than other parts of the tunnel system and will affect the traffic capacity significantly when out of order.

Is quality optimizing of operation and safety possible?

The base for a successful construction is already in the planning and requirement phase of the project. A long-term approach in the design and construction vouches for success in availability, economy, installations, environment and safety. This also applies to maintenance, for which a strategy should be developed already in the planning phase to state that the value of the construction will not decrease below an acceptable level.

The operation of the transport system can be organized in one operational part including traffic management control and preventive maintenance and one readiness part including emergency service and repair service. An optimization of the entire system includes interaction between all parts involved.

Modern tunnels are often provided with operational data collection systems, useful in evaluation of operation and comparing with objectives for safety, quality and environment.

In the future we will see more private actors making investments in infrastructure and with that more focus on profit in operation and maintenance. The high level of investments in transport systems of today will cause competition for grants for improvements in present systems. This combined will make demands for partly new economic decision models including available capacity or revenues from passing vehicles.

Forord

Kraven på att tillskapa en kvalitetssäkrad drift- och säkerhetsorganisation för tunnlar fokuseras alltmer. Eu-direktiv om säkerhet i trafiktunnlar sätter focus på drift- och säkerhetsorganisationer för trafiktunnelanläggningar. Även samhällets ökade krav på att förvalta vägkapitalet på bästa möjliga sätt sätter focus på en effektiv drift- och säkerhetsorganisation. Samtidigt som ambitionen att få ut mesta möjliga utav en tunnelanläggnings projekterade säkerhet ställer krav på drift- och säkerhetsorganisationen.

EU-direktiv 2004/54 vedrørende minimumskrav for sikkerhed i tunneller på TERN-nettet er indført efter eksempler på voldsomme tunneluheld, hvor sikkerhedsudstyr og beredskab fejlede, men kan også ses som en del af den generelle harmonisering af EU-landenes regler.

Direktivet påvirker tunnelernes driftsorganisationer med krav om:

- En særlig organisation i tunnelledelsen, som klart fastlægger ansvarsområderne på sikkerhedsområdet.
- Max. interval mellem beredskabsøvelser og løbende "auditering" af tunnellens sikkerhedstilstand
- Undersøgelse af trafikuheld for evaluering af sikkerhedstilstanden
- Teknik vedr. tunneludformning og sikkerhedsudstyr
- Udformning af sikkerhedsdokumentation, der i mange tilfælde kan opfattes som en slags indholdsfortegnelse til eksisterende dokumentation, således at udefrakommende altid vil kunne genfinde en bestemt type dokumentation.

Tunnelernes driftsorganisationer vil således både under implementeringen af direktivet og i det løbende arbejde kunne mærke indførelsen af direktivet.

Særligt de tekniske krav indeholder potentielt store udgifter, hvis tunnelen ikke er bygget efter moderne standarder, men det er muligt at anvende "Risk analysis" som muligt alternativ til store tekniske indgreb.

Arbetet med att beskriva hur vägkapitalet påverkas av underhåll och investeringar pågår i flera av de Nordiska länderna, med syftet att förvalta vägkapitalet på ett optimalt sätt.

Eftersläpningen av vägunderhållet i de Nordiska länderna är betydande samtidigt som investeringstakten är hög. Anslagen för drift- och underhåll av väginfrastrukturen är begränsade och man kan förvänta sig att det även i framtiden kommer att bli konkurrens om vilka åtgärder som ska prioriteras. Samtidigt ökar de alternativa finansieringsformerna där de privatfinansierade alternativen kan få en betydande roll. Härigenom kan man anta att beslut om investeringar kommer att få en mer lönsamhetsinriktad prägel, där säkerhet och funktionalitet i än högre grad mäts i ekonomiska termer. Detta ställer i sin tur krav på de beslutsmodeller som används.

Tidigare arbeten inom NVF utskott 32, under programperioderna 1997-2000 och 2001-2004, har avhandlat tunnelsäkerhet i vägtrafiktunnlar och publicerat i NVF-dokumenten Säkerhetskoncept 2000 respektive Säkerhetskoncept 2004.

Dessa arbeten har huvudsakligen behandlat tunnelsäkerheten (personsäkerhet och anläggningssäkerhet) utifrån ett tekniskt perspektiv baserat på kvalitativa värderingar och hur detta omhändertas i *planerings-, projekterings- och byggfasen*. Det handlar därvid bl.a. om skadeförebyggande och skadereducerande tekniska åtgärder som formar ett *säkerhetskoncept*.

Men för att omsätta ett säkerhetskoncept till verklig säkerhet i realiteten behövs en organisation som är anpassad för uppgiften. Ett säkerhetskoncepts effektivitet är starkt beroende av interaktionen mellan teknologi och den organisation som är satt att sköta driften av tunnelanläggningen.

Syftet med denna rapport är dels att utöka perspektivet på säkerhet till att omfatta även säkerhetsorganisationen runt tunnelanläggningen, dels sätta driften av anläggningen i ett långsiktigt ekonomiskt perspektiv, vilket i förlängningen är en förutsättning för att säkerställa tillgänglighet, miljö och säkerhet.

I kapitel 5 diskuteras hur kvalitetsoptimering och säkerhet under drift kan realiseras med en organisation anpassad för uppgiften.

Rapporten er utarbeidet av følgende medlemmer i NVF Utvalg 32 "Undergruppe tunneler":

Harald Buvik	Vegdirektoratet	Norge
Olav Svangstu	Syv region vest	Norge
Heidi Berg	Vianova Systems	Norge
Bernt Freiholtz	Vägverket	Sverige
Kjell Windelhed	Vägverket	Sverige
Tomas Sandman	Vägverket	Sverige
Johnny Rudolf	Vattenfall Power Consultant	Sverige
Olli Niskanen	Vägverket	Finland
Bjarne Liljestrand	Skanska	Finland
Kenneth Habo	ÅF - Hansen & Henneberg	Danmark
Finn Raun Gottfredsen	COWI A/S	Danmark
Hrein Haraldsson	Vegagerdin	Island
Sigurður Oddson	Vegagerdin	Island
Armgarð Steinhólm	Landsverk	Færøyene

Innehållsförteckning

1	EU-direktiv	16
2	Interaktion mellan tekniska funktioner och organisationen	18
3	Långsiktigt perspektiv på förvaltning av vägkapitalet	18
4	SÄKERHETSKONCEPT	20
4.1	Generellt	20
4.2	TMC	21
4.3	Grundläggande säkerhetsprinciper	22
5	Kvalitetsoptimering och säkerhet under drift.....	25
5.1	En drift- och beredskapsorganisation anpassad för sin uppgift	25
5.2	Från byggande till drift.....	25
5.3	Kvalitetskontroll i överlämnande	26
5.4	Beredskapsorganisation anpassad för sin uppgift.....	26
5.5	Planering för drift.....	27
5.6	Organisation och uppgifter	28
5.7	Beskrivelse af organisationens opgaver	30
5.7.1	Systemteknisk drift	30
5.7.2	Trafikal drift	30
5.7.3	Teknisk beredskab	32
5.7.4	Trafikalt beredskab.....	33
5.7.5	Evaluering och Optimering	34
5.8	Driftsplan och Beredskabsplan	38
6	Uddannelse.....	39
6.1	Uddannelse og opfølgingsuddannelse.....	39
6.2	T.M.C. personalet.....	39
6.3	Driftsentreprenør	40
6.4	Evalueringsansvarlige	40
6.5	Beredskabsparterne	41
6.6	Uddannelse og opfølgingsuddannelse.....	41
7	Driftsdokumentation	41
8	Ekonomisk beslutsmodell	43
8.1	Ekonomiska styrmodeller	43
8.2	En fiktiv ekonomisk modell för vägsystem	44
8.3	Användningsområden för modellen	44
8.4	Exempel.....	45

1 EU-direktiv

Erfarenheter från ett antal spektakulära tunnelbränder i Mellaneuropa har tydligt visat att brister i säkerhetsorganisation och brister i samband mellan olika samverkande beredskapsparter i tunnelorganisationen signifikant bidragit till att flera olyckor utvecklats till katastrofer. Detta har också uppmärksammat inom EU's lagstiftande organ. Som en följd därav har det nya tunnelsäkerhetsdirektivet inom EU lagt tyngdpunkten på säkerhetsorganisationen för tunnlar, allt från planeringsstadiet till byggande och drift. För de länder inom Europa som de senaste åren implementerat tunnelsäkerhetsdirektivet i respektive nationella lagar har kraven på säkerhetsorganisationen inneburit de största och mest genomgripande förändringarna. Kraven på de tekniska säkerhetssystemen har som regel inte inneburit någon signifikant förändring av redan existerande säkerhetstekniska standard.

Sikkerhedsorganisation

Det er med indførelsen af tunnelsikkerhedsdirektivet nu et krav, at enhver tunnel kun har 1 sikkerhedsledelse, og ansvaret for opretholdelse af sikkerheden placeres klart hos den administrative myndighed.

Det bemærkes, at det ikke er indført som et krav, at der skal findes en ekstern offentlig myndighed, som fører tilsyn med tunnelernes sikkerhedstilstand, som det f.eks. er tilfældet i Danmark med elevatorer.

Der indføres dog en særlig "Safety officer" (SO) som har ansvaret for et antal afgrænsede sikkerhedsopgaver som f.eks. koordinering med beredskab, kontrol af sikkerhedsuddannelse, mv., og det beskrives, at SO skal være uafhængig i alle sikkerhedsrelaterede spørgsmål. SO må dog godt være en del af tunnelpersonalet.

Der er endvidere krav om inspektion af tunnelernes sikkerhedstilstand minimum hvert 6.år, og denne inspektion skal gennemføres af højt kvalificeret personale, som er funktionelt uafhængig af tunnellens driftsledelse.



Der er ligeledes krav om beredskabsøvelse minimum hvert 4.år i så naturlig størrelse og under så realistiske forhold som muligt.

Minimumsstandard – teknik

Minimumsstandard for teknik berører såvel tunnellens geometriske udformning som de sikkerhedssystemer, der skal være installeret.

Kravene er i nogle tilfælde afhængige af tunnellens længde og trafikmængde.

Et eksempel på et krav, der potentielt kan rumme store udgifter, er, at i tunneller hvor transport af farligt gods er tilladt, skal afløbssystemet være konstrueret, så det hindrer ild og brændbare/giftige væsker i at sprede i et tunnelrør eller på tværs af tunnelrør.

Eksempler på krav, der kan være svære at håndtere er:

- Foranstaltninger til beskyttelse af trafikanter i tunnellerne mod farligt gods. Der skal skiltes passende udenfor tunnellerne, og gennemføres analyser af risici, men for vejgods kan det være svært overhovedet at få et klart billede af hvilken slags farligt gods der transporteres, og i hvilke mængder.
- Der skal "iværksættes passende håndhævelsesforanstaltninger" til sikring af, at personvogne holder en afstand på minimum 2 sekunders køreafstand.

Sikkerhedsdokumentation

Der stilles krav i detaljer om hvilken slags dokumentation, der skal foreligge for tunnelen i de forskellige faser af dens liv (projektering, byggefase, drift).

Det er en mulighed at bygge dokumentationen op efter forslag fra PIARC TC3.3, WG2, topic 5 "Tools for Tunnel Safety Management". Dette forslag er gennemarbejdet, så det omfatter de krav der nævnes i direktivets bilag 1 vedr. tekniske minimumskrav.

Endvidere er det en mulighed, som alternativ til at omstrukturere en eventuel eksisterende dokumentation helt, at oprette en slags indholdsfortegnelse i overensstemmelse med direktivets krav, og som peger på hvor i den eksisterende dokumentation, den pågældende information findes.

Kunskapsuppbyggnad genom olycksrapportering och statistik

I direktivet stilles krav om, at tunnellens driftsledelse skal udarbejde rapporter vedrørende væsentlige trafikuheld, og at der skal være et system til registrering og analyse af disse.

Rapporter og data skal tilsendes den administrative myndighed, den sikkerhedsansvarlige og beredskabet.

Data og erfaring fra de væsentlige uheld skal ligeledes samles i en rapport på medlemsstatsniveau hvert andet år.

Tilgængelighed og kapacitet

Der er krav om, at EU-kommissionen senest den 30. april 2007 skulle have informationer om konsekvenserne af at lukke de vigtigste tilkørselsveje til tunnellerne. I den forbindelse

kan kommissionen f.eks. kommentere de tilsendte tidsplaner for de arbejder, der skal sikre at tunnellerne bringes i overensstemmelse med direktivet.

2 Interaktion mellan tekniska funktioner och organisationen

Likväl som det är viktigt att organisationen är anpassad för att hantera säkerhetskonceptet är det viktigt att tekniken stödjer organisationen i sin uppgift. Att löpande hålla fokus på att teknik och organisation samverkar på mest optimala sätt kan lämpligen ske genom en "controller"-funktion som verkar över såväl den dagliga driftorganisationens verksamhet och beredskapsorganisationens verksamhet. I en sådan "controller"-funktion kan ingå att i enlighet med ISO 9001 kvalitetssystem arbeta med ständiga förbättringar och på ett proaktivt sätt arbeta med olika typer av förbättringskampanjer i systemet för att därigenom identifiera brister och förbättringsmöjligheter.

EU-direktivet om tunnelsäkerhet fokuserar också mycket på uppföljningsrutiner för att samla in erfarenheter som underlag för ständiga förbättringar. Moderna tunnelanläggningar med omfattande och komplicerad teknik erbjuder också stora möjligheter till informationsinsamlande som över tid ger oss bättre underlag för förbättringsåtgärder.

3 Långsiktigt perspektiv på förvaltning av vägkapitalet

Drift och underhåll enbart av det svenska vägnätet uppgår till en årlig kostnad av drygt 700 MEUR för det ca 100 000 kilometer långa statliga vägnätet, varav broar och tunnlar står för omkring 10 %. Nedbrutet motsvarar detta ca 70 kr per vägmeter och år för hela nätet. Studerar man enbart underhållskostnaderna, ser man att broar och tunnlar står för närmare en femtedel av det totala underhållet.

Antalet broar och tunnlar, med de högre underhållskostnaderna, kommer att öka framöver.

Även om den totala tunnellängden i Danmark (7 st, 8 km), Finland (6 st, 17 km) och Sverige (20 st, totalt 15 km) står för en mycket liten del av det totala vägnätet, kommer underhållskostnaderna att vara betydande. Speciellt för Norges del med 900 vägtunnlar, är underhållskostnaderna av en annan magnitud.

Den högre kostnaden för tunnlar motiveras av bland annat installationer i form av fläktsystem, belysning, skyltning, övervakningssystem, rening av luft och vatten, och energikostnad för fläktar och belysning. Miljön i tunnlar är ofta korrosiv och bidrar till ökat underhåll eller högre investeringskostnader. Dessutom ökar mängden trafikinformationssystem generellt men speciellt för tunnlar och broar. Installationer har i allmänhet också väsentligt kortare livslängd än övriga delar av tunnelinvesteringen.



Samhällets ökade krav på utsläpp av avgaser, partiklar i luft, övervakning och säkerhet bidrar också till att kostnaderna kan antas öka i framtiden.

Kostnaden för att underhålla installationerna i högtrafikerade tunnlar uppgår till i storleksordningen 10% av investeringskostnaden för installationerna. Jämfört med motorväg där underhållskostnaden är ca 5-600 SEK per meter, är den i tunnlar ca 8-12 000 SEK per meter.

Svenska Vägverket uppskattas sakna 600 - 800 Mkr per år i underhåll. Svårigheten att få utökade anslag leder till att underhållsverksamheten måste effektiviseras.

Inom Vägverken i flera nordiska länder pågår projekt, initierat av bl.a Näringsdepartementet eller motsvarande i resp land, med syfte att ta fram tillståndsrelaterade modeller för vägkapital. Förutom det huvudsakliga syftet att kunna se förändringar i vägkapitalet över tiden, möjliggör sådana modeller mer ändamålsenliga analyser av kostnadsavvikelser.

Modellerna gör det även möjligt att redovisa livscykelkostnaderna per vägkomponent. Initialt kommer några få komponenter att invärderas, som tillsammans utgör huvuddelen av anskaffningsvärdet. Under år 2008 beräknas hela det svenska vägnätet vara invärderat och den svenska modellen planeras därefter att ingå i den normala förvaltningen.

Motsvarande arbete med vägkapital pågår inom vägverken i flera andra nordiska länder.

Vägkapitalet kan betraktas som den tillgång som finns redovisad i ett bolags balansräkning.

Vid investeringar speciellt i tunnlar är det viktigt att kalkylmodellerna beaktar det mer omfattande underhållet så att kostnadsoptimeringen för underhållet kan påbörjas redan vid projekteringen och byggandet.

Sammanfattningsvis krävs ett långsiktigt perspektiv på förvaltning av vägkapitalet med hjälp av ekonomiska kalkylmodeller och livscykelkostnadsperspektiv i både investerings- och driftfasen.

4 SÄKERHETSKONCEPT

4.1 Generellt

Säkerhetskoncepetet för vägtunnlar måste omfatta alla i säkerheten ingående komponenter såsom organisationer, tekniska installationer, administrativa rutiner och samspelet med samverkande insatsmyndigheter.

Tidigare arbeten inom NVF på detta område, tunnelsäkerhet, har främst skissat på en struktur hur ett säkerhetsarbete byggs upp baserat på interaktionen mellan tekniska system för att möta krav på säkerhet.

I denna rapport anlägger vi ett bredare och mer holistiskt och integrerat perspektiv på säkerhet och introducerar vikten av en väl utformad organisation för att nå uppställda säkerhetsmål.

Först en summering av uppbyggandet av ett säkerhetskoncept. De grundläggande delarna i ett säkerhetskoncept är att identifiera de övergripande och till sin art olika fokusområdena:

**- Personsäkerhet och
- Anläggningssäkerhet**

Det är av central vikt i allt säkerhetsarbete att betrakta personsäkerhet och anläggningssäkerhet utifrån sina respektive förutsättningar. Åtgärder som främjar anläggningssäkerheten kan nämligen ha negativ inverkan på personsäkerheten och vice versa.

Säkerhetsarbetet uppdelas vidare i:

**- Förebyggande åtgärder och
- Skadebegränsande åtgärder**

Det är framförallt i det förebyggande arbetet och förebyggande säkerhetsåtgärderna som säkerhet skapas. De skadebegränsande åtgärderna ska finnas där när de förebyggande åtgärderna har misslyckats.

De förebyggande säkerhetsåtgärderna ligger bl.a. i anläggningens grundläggande design. Exempel på detta är:

- enkelriktad eller dubbelriktad trafik
- tunnelsektion (höjd, bredd)
- tunnellängd
- antal körfält och körfältsbredd
- vertikal och horisontell linjeföring
- trafikflöde, hastighet och trafiksammansättning
- konstruktionstyp
- insatsberedskap mm

De förebyggande säkerhetsåtgärdernas effektivitet är också beroende av interaktionen mellan teknologi och människa, såsom t.ex. interaktionen mellan en Trafikledningscentral TMC, anläggningens säkerhetssystem och externa räddningsinsatser.

4.2 TMC

Beroende på om en tunnel är övervakad eller inte blir nyttan av olika tekniska säkerhetssystem olika. Nyttan av system för detektering och verifiering av händelser och system för initiering av åtgärdsplaner är starkt beroende av om tunneln är övervakad och till vilken grad övervakningen sker. Och beroende av servicenivån på och funktionaliteten i övervakningen; komplett bemannad TMC, delvis bemannad TMC, extern alarmcentral eller obemannad, varierar behovet av kompletterande säkerhetssystem.

Med avseende på personsäkerheten i händelse av en olycka är TMCs huvudsakliga uppgift att:

- verifiera en incident eller olycka
- initiera en åtgärdsplan och evakueringsplan
- agera som koordinator under räddningsinsatsen.

Att etablera ett säkerhetskoncept beror i hög grad av samspelet mellan följande fyra säkerhetsfunktioner.

- service och funktionalitetsnivå på TMC
- aktiva säkerhetssystem som ska aktiveras i händelse av en olycka/ brand
- passiva säkerhetssystem och
- externa räddningsinsatser

En hög nivå på TMCs servicegrad och funktionalitet (bemannad och övervakad) leder till bättre möjligheter att utnyttja aktiva säkerhetssystem som behöver aktiveras av operatör på TMC i händelse av en olycka. En väl utformad struktur på TMCs servicegrad och funktionalitet och aktiva säkerhetssystem leder också till ett mindre behov av externa räddningsinsatser.



Å andra sidan leder en låg nivå på TMCs servicegrad och funktionalitet (obemannad och oövervakad) till ett större behov av passiva säkerhetssystem som fungerar utan att explicit

aktiveras. Ett sådant säkerhetskoncept leder till ett större behov av externa räddningsinsatser.

Detta samband mellan TMCs servicegrad och funktionalitet å ena sidan och nyttan av de olika typerna av säkerhetssystem å andra sidan beskrivs i följande tabell.

TMC's service / funktionalitet	Relativ nytta av		
	aktiva säkerhetssystem	passiva säkerhetssystem	Extern räddningsinsatser
Komplett bemannad	mycket hög	låg	låg
Delvis bemannad	hög	mindre hög	mindre hög
Semi bemannad*	mindre hög	hög	hög
Obemannad	låg	mycket hög	Mycket hög

*tunnel ansluten till extern alarmcentral

Vidare avgörs nivån på TMCs servicegrad och funktionalitet av operatörernas kompetens och färdighet avseende:

- trafikövervakning och kontroll
- de tekniska systemen
- samarbetsförmåga och ledningsförmåga
- krisledningsförmåga

4.3 Grundläggande säkerhetsprinciper

En utvecklad säkerhetsfilosofi för vägtrafiktunnlar har lett till ett allt större fokus på proaktiva system i det förebyggande säkerhetsarbetet. Högtrafiktunnlar förses, när så är möjligt, med funktioner, som möjliggör att:

- Utöva en kontinuerlig övervakning av trafiken för att snabbt kunna vidta åtgärder för att minska konsekvenser av en onormal händelse
- Förutse en onormal utveckling vad gäller t.ex. trafikmängd och risk för köbildning
- Upptäcka när något onormalt inträffar
- Verifiera/bedöma vad som inträffat

Om, trots de förebyggande åtgärderna, en incident utvecklas till en allvarligare olycka ska de skadebegränsande åtgärderna minimera konsekvenserna av olycka.

Åtgärder som stöder utrymning och självräddning är därvid de mest centrala skadeförebyggande åtgärderna i säkerhetsarbetet.

För såväl trafiktunnlar som byggnader i allmänhet så är SJÄLVRÄDDNING-principen den förutsättningen som säkerhetsarbetet har att utgå ifrån. Anläggningen och underhållet av

anläggningen måste säkerställa att utrymning av tunneln efter en olycka kan ske innan farliga förhållanden uppstår.

Säkerhetsnivån för en tunnel i händelse av brand kan uttryckas som förhållandet mellan den tid som står tillbuds för säker utrymning och den tid det rimligen tar att utrymma den olycksdrabbade platsen.

Utrymning är att ta sig själv till en säker plats. Utrymningsprocessen kan delas upp i fyra faser:

- detekteringsfas, vilket är den tid det tar att bli uppmärksam på situationen
- verifieringsfasen, vilket är den tid det tar att verifiera att den uppmärksammade situationen är en olycka av viss typ
- alarmeringsfasen, vilket är den tid det tar att utvärdera vilken åtgärd som är den mest lämpliga i den aktuella situationen och
- själva utrymningen, vilket är den tid det tar att ta sig till en säker plats.

Tiden från incident till utrymning påverkas av:

- hur händelsen detekteras, av sofistikerade tekniska system eller av trafikanter
- hur händelsen verifieras, av en bemannad övervakningscentral eller på plats av trafikanterna själva,
- hur utrymningen initieras, av instruerande utrymningsinformation via fast utrustning som aktiveras av operatörer på övervakningscentralen eller sker genom spontanutrymning.

Utan extern varning eller utrymningsinstruktioner behöver trafikanter tämligen lång tid för att besluta att något måste göras. Experiment indikerar tider på åtminstone 5-15 minuter för att fatta ett beslut om utrymning.

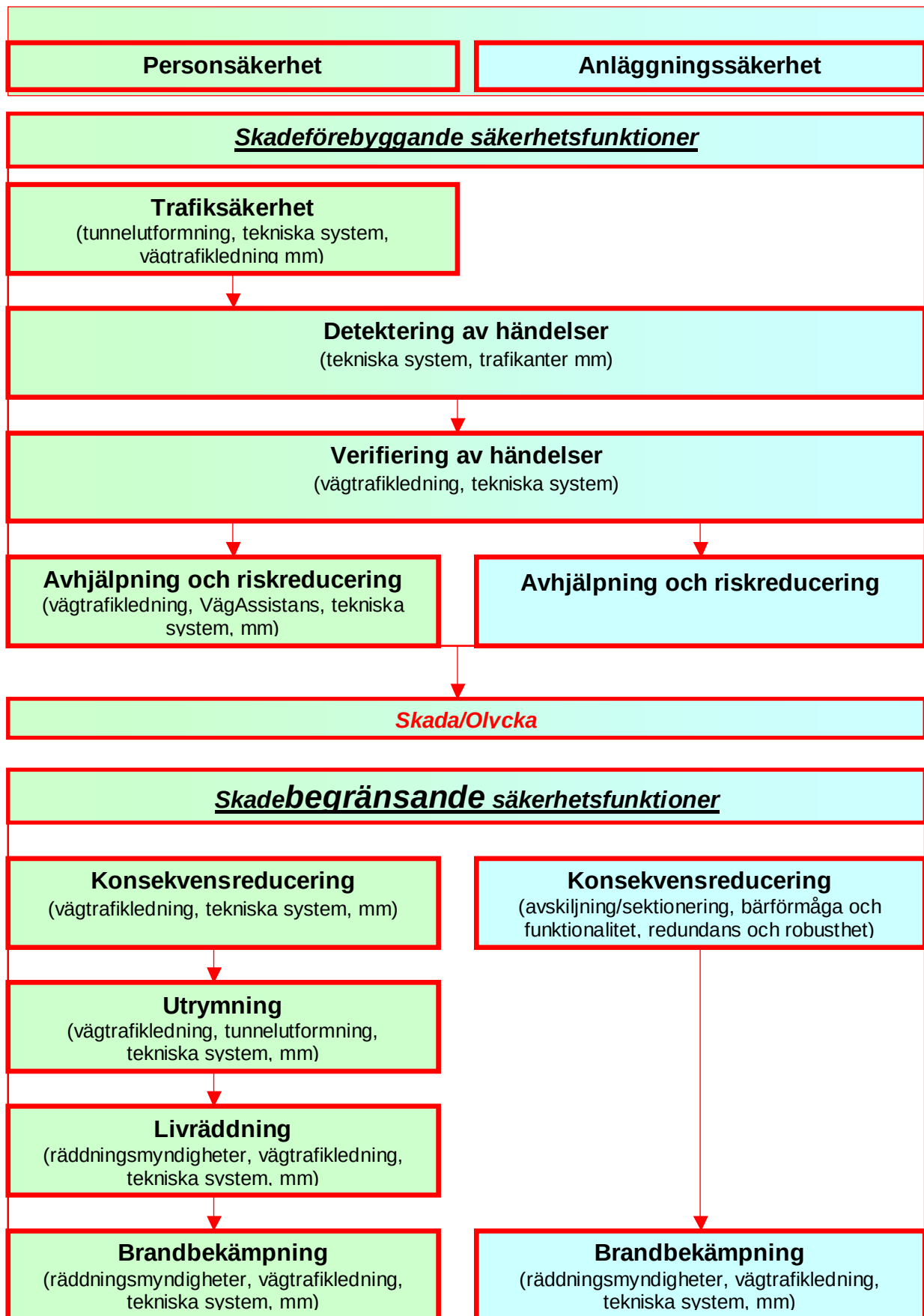
Vanligen behöver människor en mycket tydlig och stark signal för att ändra sitt planerade mål och agera på ett mer lämpligt sätt i händelse av att en farlig situation uppträder. Man behöver få adekvat och tillräcklig information för att kunna fatta rätt beslut i en given situation. Informationen behöver också tränga igenom tydligare än annan visuell eller hörbar information.

Det är dock i de förebyggande säkerhetsåtgärderna som grunden läggs i allt säkerhetsarbete.

Att förebygga att en olycka inträffar kan ske bl.a. genom att:

- begränsa eller kontrollera riskexponeringen, vilket kan ske genom restriktioner på trafiken och genom att hålla hög kvalitet och standard på fordonen
- begränsa/kontrollera situationer som har en triggande effekt på en olycksincident. Vilket kan ske genom att hålla en hög trafiksäkerhet med en hög tunnelstandard och aktiva system för övervakning och styrning av trafik

Säkerhetskonceptets struktur beskrivs i figuren nedan med en uppdelning på personskydd och egendomsskydd. Tabellen illustrerar de förebyggande och skadebegränsande säkerhetsfunktionerna i den tidssekvens som de aktiveras från tiden före olyckan och under själva olycksförloppet.



Principiell struktur för uppbyggnad av ett SÄKERHETSKONCEPT

5 Kvalitetsoptimering och säkerhet under drift

5.1 En drift- och beredskapsorganisation anpassad för sin uppgift

För att säkerställa att planerad säkerhet uppnås i driftfasen krävs också en drift- och säkerhetsorganisation som är anpassad och tränad för uppgiften.

Erfarenheter från ett antal spektakulära tunnelbränder i mellaneuropa har tydligt visat att brister i säkerhetsorganisation och brister i samband mellan olika samverkande beredskapsparter i tunnelorganisationen signifikant bidragit till att flera olyckor utvecklats till katastrofer.

En annan riskfaktor för säkerheten är ett eftersatt underhåll. Komplexa tunnelsystem är därvid speciellt känsliga i såväl ett säkerhetsmässigt som ett ekonomiskt perspektiv.

Även den långa tidsperiod som löper från planering till byggande och drift av komplexa trafiksystem är en riskfaktor.

För att nå upp till och över tid bibehålla den projekterade säkerheten är det alltså av största vikt att etablera en välplanerad drift- och säkerhetsorganisation.

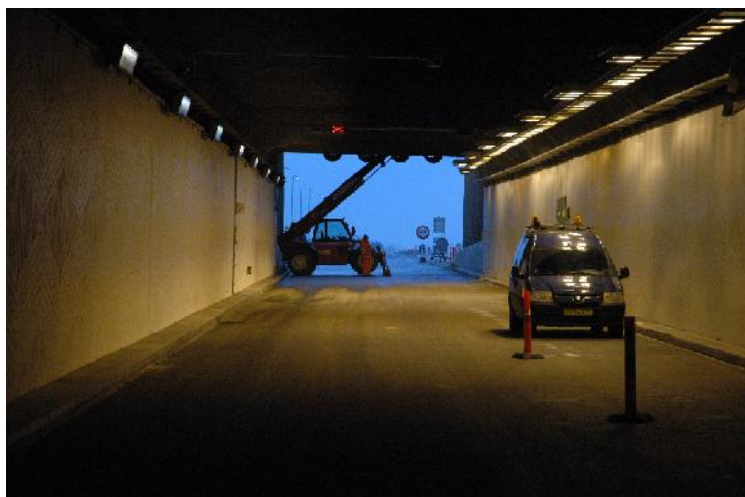
Förutsättningar och roller för en sådan organisation behandlas närmare i detta kapitel.

5.2 Från byggande till drift

Den långa tidsperiod som löper från planering till byggande och drift av komplexa trafiksystem som vägtunnlar gör det extra viktigt att etablera ett långsiktigt perspektiv och rätt fokus under de olika faserna i hela planerings- och byggprocessen samt säkerställa spårbarhet i progressen mellan de olika faserna från planering till byggande och drift.

Det är i planläggnings- och kravspecifikationsfasen som man lägger grunden för framgångsfaktorerna i ett projekt och det är i driftfasen man verifierar om målet är nått.

Det är därför viktigt dels för den aktuella anläggningen dels för framtida anläggningar att man genomför en systematisk evaluering av huruvida anläggningen levererar det den var tänkt att leverera.

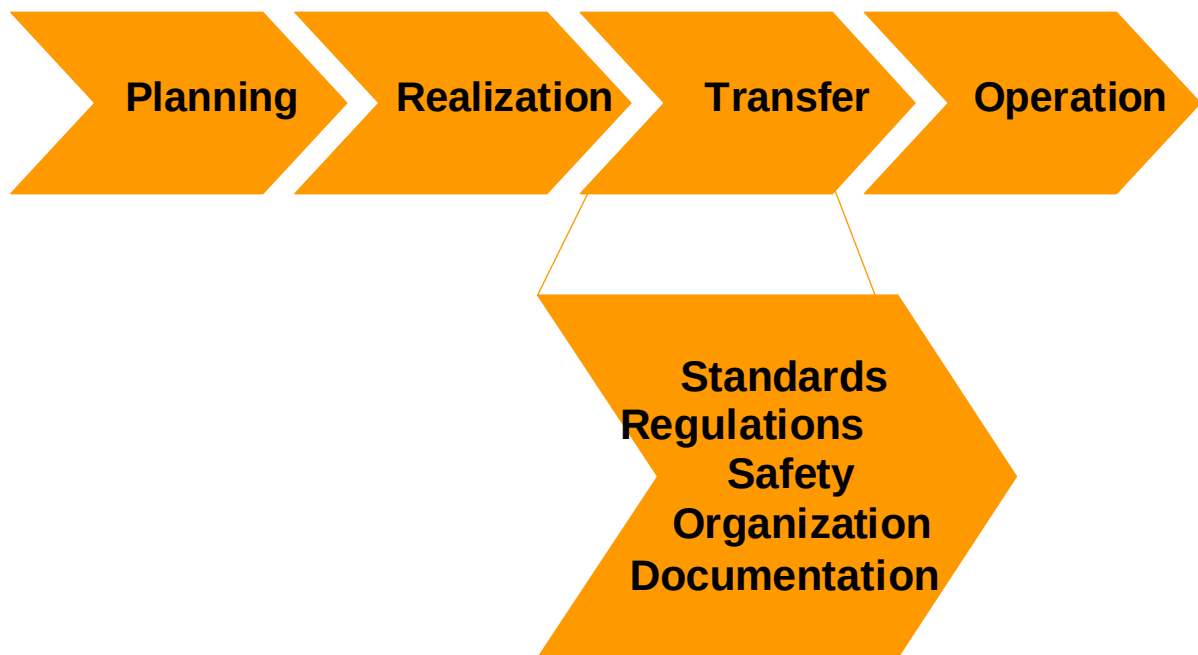


En allt för vanlig situation är att projekterings- och byggorganisationen främst ser till anläggningens egenskaper och funktion såsom ny vid trafiköppnande och att man inte i tillräcklig grad projekterar och bygger med ett långsiktigt perspektiv med avseende på ekonomi, teknik, miljö och säkerhet under anläggningens drifttid efter trafiköppnandet.

Det är ett resultat av att driftorganisationen som har att förvalta anläggningen inte i tillräcklig utsträckning är med i planerings- och kravspecifikationsfasen och beställningen av anläggningen, Dessutom har drift- och underhållsperspektivet inte haft den roll det förtjänar i den högre utbildningen på de tekniska högskolorna.

5.3 Kvalitetskontroll i överlämnande

En väsentlig framgångsfaktor för tunnelprojekt är att överlämnandefasen hanteras under strikta kontraktsformer eller genom internationellt vedertagna projektstyrningsmodeller.



När anläggningen står klar för trafiköppning inträder en övergångsfas då driftorganisationen formas med bas i byggherrens organisation och den förvaltningsdokumentation som tagits fram av de entreprenörer som byggt anläggningen.

5.4 Beredskapsorganisation anpassad för sin uppgift

För att kunna uppnå och vidmakthålla planerad säkerhet under tunnelns hela drifttid erfordras förutom de tekniska säkerhetssystemen en väl genomtänkt ordning och struktur för:

- beställning av anläggningen med tydliga krav/funktionskrav inkl driftens kravspecifikationer
- överlämnande av anläggningen från byggorganisationen till driftorganisationen med uppföljning av om kontraktet mellan byggorganisationen och driftorganisationen uppfyllts
- driftplanering med tydliga mål för driftorganisationen
- en drift- och beredskapsorganisation anpassad för sin uppgift

De funktionskrav som ställs på anläggningen formuleras under de övergripande målen och framgångskriterierna för anläggningen, av vilka de främsta framgår i tabellen nedan.

Övergripande mål och framgångskriterier för trafikanläggningen
• Trafikantsäkerhet
• Framkomlighet
• Service och information till trafikanterna
• Miljö
• Ekonomi
• Egendomsskydd
• Säkerhet vid underhållsarbeten
• Driftsäkerhet(MTBF)
• Servicevänlighet/servicetillgänglighet (MTTR)

Säkerhet vid underhållsarbeten, driftsäkerhet och servicevänlighet - Tillgänglighet och framkomlighet behandlas ofta översiktligt i byggnadsfasen och innehåller ofta stora osäkerheter. Erfarenheten är att driftorganisationen ofta efter en kort tids drift finner det nödvändigt att ändra i installerade system eller komplettera med ytterligare funktioner för att

- bättre kunna anpassa anläggningen till brukarens behov
- bättre kunna serva och underhålla de tekniska installationerna optimalt i förhållande till driftekonomi och med minsta möjliga trafikstörningar samt
- uppnå en driftsäkerhet i anläggningen genom förstärkta redundanta funktioner i de tekniska systemen eller ombyggnad av de ursprungligt etablerade systemen.

Andra aspekter att ta i beaktande är att för att driftorganisationen över tid skall kunna bibehålla och utveckla sin kompetens att förvalta och drifta anläggningen behöver driftorganisationen sätta upp mål för den egna förvaltningsorganisationen.

Mål för Förvaltningsorganisationen?
- Vidmakthålla kompetens om anläggningen
- Säkerställa kunskaps- och erfarenhetsåterföring
- Bibehålla konkurrensneutralitet bland D&U-entreprenörer
- Säkerställa en effektiv beredskap med ett högt förtroende för TMC och tunnelns insatsberedskap

5.5 Planering för drift

I processen från att anläggningen övergår från byggorganisationen till driftorganisationen behöver man identifiera roller och uppgifter för drift och underhåll av anläggningen.

De tekniska systemen i anläggningen kan uppdelas i;

- Tekniska system att användas i den dagliga driften
- Tekniska system till stöd för räddning
- Trafikledningssystem för avveckling av trafik vid kö, underhållsarbete, ulyckor etc.

På motsvarande sätt som det ställs funktionskrav på anläggningen ställs det krav på organisationen som skall drifva anläggningen.

Hvorefter driften oftast bliver løst ved:

- At få defineret en driftsorganisation med tilhørende opgaver
- At der bliver lagt en strategi for trafikregulering og -information
- At betjeningspersonalet gennemgår en oplæring, så der er sikkerhed for at personalet forstår at anvende anlægget rigtigt og hensigtsmæssigt.

Det er herefter driftens opgave at evaluere ovenstående med basis i en optimering af driftsøkonomi og arbejdsprocesser i forhold til kapacitet, sikkerhed samt opretholdelse af anlæggets formål og værdi.

5.6 Organisation och uppgifter

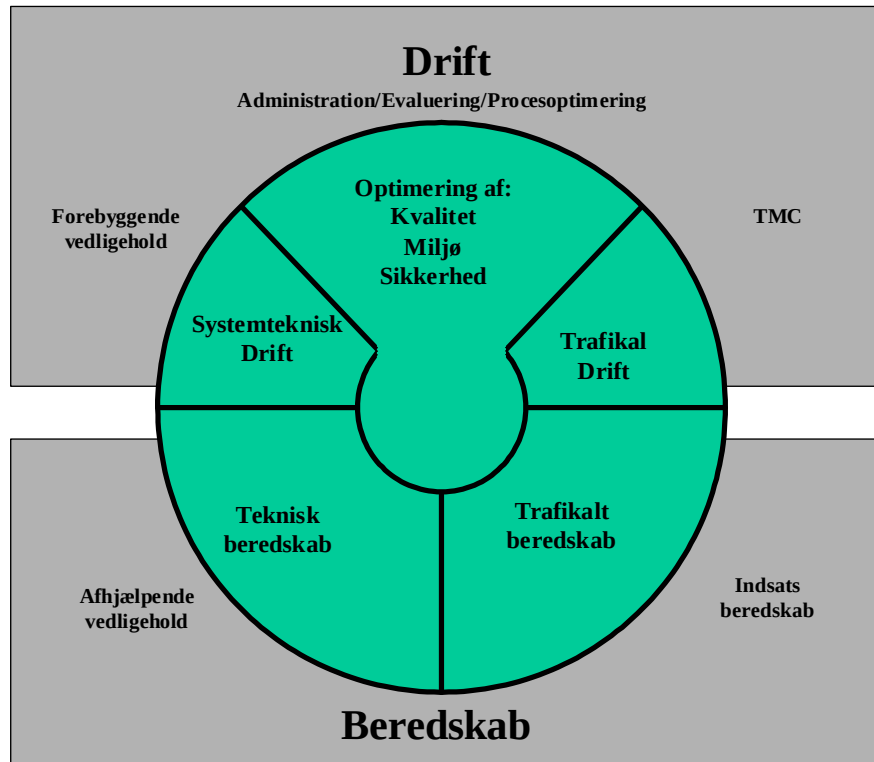
De olika rollerna i driftorganisationen kan översiktligt beskrivas omfatta dels daglig drift dels beredskap. Den dagliga driften omfattar:

- Trafikal drift som hanteras av (Traffic Management Center) TMC
- Systemteknisk drift med ett förebyggande underhåll
- Administration, evaluering och processoptimering

Beredskapen omfattar:

- Teknisk beredskap (Avhjälpare underhåll)
- Trafikal beredskap (Insatsberedskap)

DRIFTEN för vägtunnlar kan uppdelas i systemteknisk drift och trafikalt drift
BEREDSKAP kan delas upp i teknisk beredskab och trafikalt beredskab.



1. **Systemteknisk drift** är den tekniska driften med driftuppföljning och förebyggande underhåll
2. **Trafikalt drift** er den daglige overvågning af trafikafviklingen, udsendelse af trafikinformation, regulering af trafikken samt rutinemæssig patruljering og hjælp til trafikafviklingen.
3. **Teknisk beredskab** er den indsats der iværksættes ved væsentlige fejl i de tekniske systemer.
4. **Trafikalt beredskab** er den indsats der iværksættes ved uheld og ulykker.
5. **Optimering af kvalitet, miljø og sikkerhed** består i sikring af at etablerede systemer herunder trafikregulerings- og trafikantinformationsanlæggene er opbygget bedst muligt og at systemerne bliver evalueret og optimeret med hensyn til på grundlag af løbende indsamling af data. Driften skall utifrån en systematisk insamling och lagring av data om dels systemtekniska parametrar dels väg- och trafiktekniske förhållande i övrigt företa analyser och löpande värdering av systemens tekniska funktion och ge förslag till förbättringar.

5.7 Beskrivelse af organisationens opgaver

5.7.1 Systemteknisk drift

Den systemtekniske drift skal løbende udføre opfølgning på installerede systemer og konstruktioner samt planlægninger og styre drifts- og vedligeholdelsesaktiviteter.

Den systemtekniske drift omfatter primært opgaver som er relateret til forebyggende og afhjælpende vedligehold.

Forebyggende vedligehold

- Systematisk anlægsgennemgang
- Administration af reservedelslager
- Administration af D&V arkiv
- Lagring af data i IT-systemet
- Evaluering af data og korrigerende handlinger

Fælles for de to vedligeholdstyper:

- Rapportering

Den systemtekniske drift varetages af den systemansvarlige for anlægget.

Selve udførelsen af den systemtekniske drift sker ved driftsentreprenører, som består af én eller flere entreprenører samt de nødvendige specialentreprenører for særlige systemer



5.7.2 Trafikal drift

Trafikal drift sikre at trafikafvikling, under de givne forhold, kan ske med den højst mulige sikkerhed for såvel trafikanter som personer der færdes på anlægget i arbejdsøjemed.

Den primære aktør i trafikal drift er et døgnbemandet T.M.C. center.

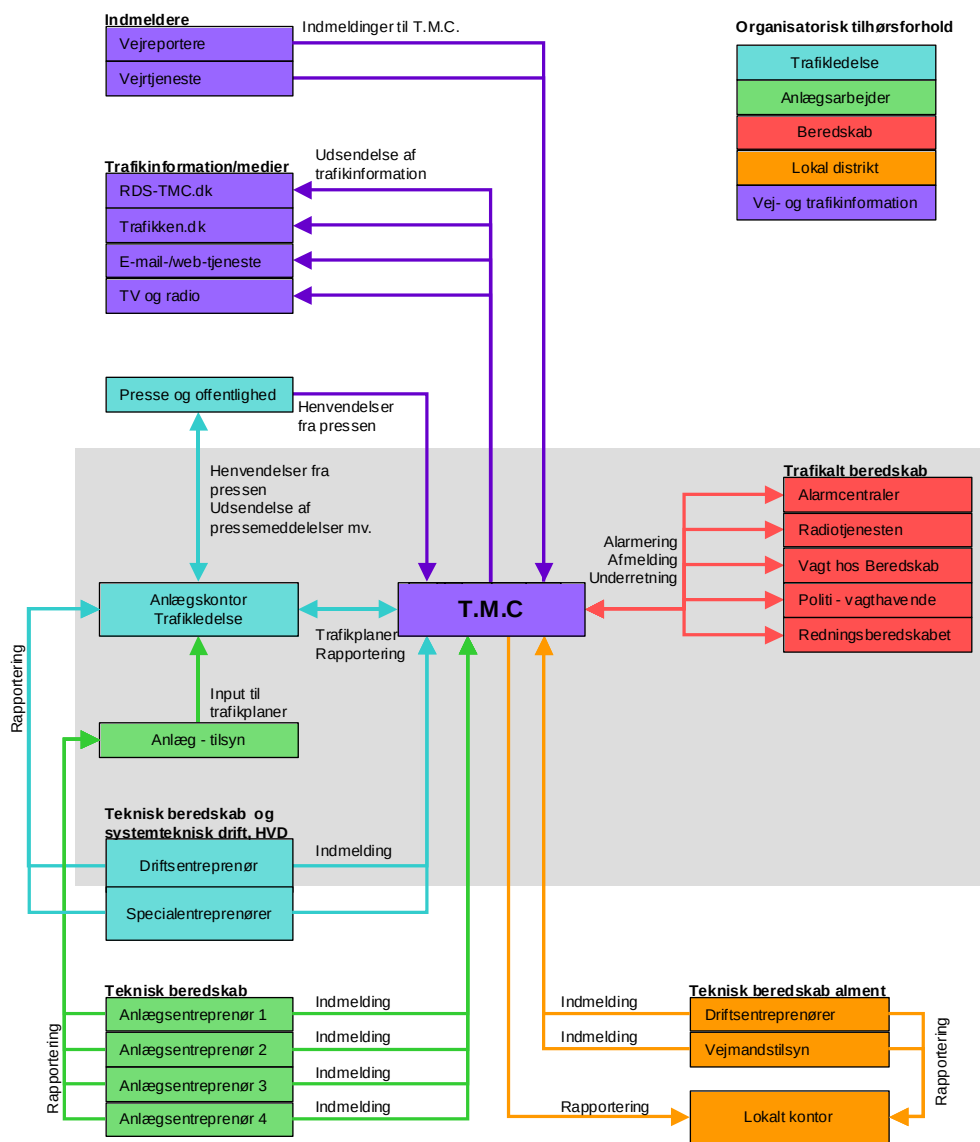
Den trafikale drift omfatter følgende hovedtyper af opgaver:

- Modtagelse og registrering af indmeldinger
- Håndtering af hændelser
- Overvågning af trafikale forhold
- Regulering og varsling af trafikken
- Udsendelse af trafikinformation
- Håndtering af trafikplaner
- Rapportering

Udførelsen af opgaverne prioriteres om nødvendigt ud fra følgende kriterier:

- Opretholdelse af trafiksikkerhed og afværge følgeuheld
- Opretholdelse af fremkommelighed
- Trafikantservice

Nedenstående figur viser T.M.C. for en given opgave som centrum for den kommunikati-



on der foregår i driftsorganisationen.

5.7.3 Teknisk beredskab

Afhjælpende vedligehold

- Gennemgang af fejllog
- Udbedring af skader og fejl

Flere af de i dag og fremtidige tunneler er meget tæt trafikeret med risiko for store kødannelser især i myldretiderne.

For at opnå en tilfredsstillende sikkerhed og fremkommelighed etableres ofte flere tekniske systemer herunder f.eks.:

- Belysning
- Kameraovervågning
- Trafikregulering
- Trafikinformation

Yderligere etableres en række anlæg til anvendelse af beredskabet herunder f.eks.:

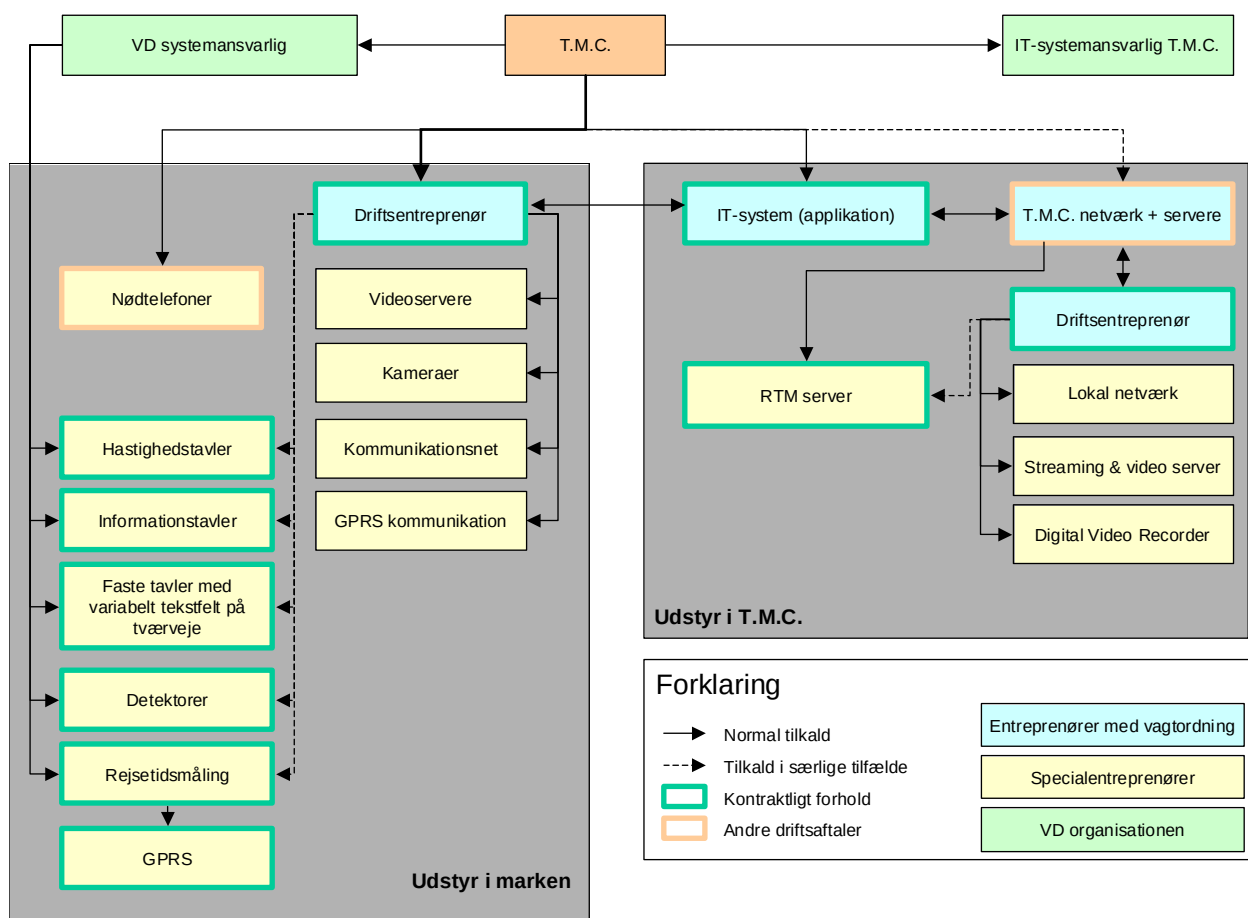
- Ventilation
- Brandalarmanlæg
- Alarmskabe
- Flugtvejsskiltning



Fælles for systemerne er at de enten er i kontinuert drift eller skal være driftsklar til anvendelse i en indsatssituation.

Erfaringerne viser at anlæg af den ovenstående type kræver at der indgås specifikke aftaler med vedligeholdsfirmaer (Driftsentreprenør/specialentreprenører) vedr. forebyggende vedligehold og afhjælpende vedligehold herunder skal etableres en plan for et teknisk beredskab.

Nedenstående figur viser et eksempel på muligheder for tilkald af entreprenører og specialentreprenører med udgangspunkt i en given opgave i Danmark.



5.7.4 Trafikalt beredskab

Det trafikale beredskab varetager opgaver ved alarmering, udrykning og indsats ved uheld og trafikale hændelser f.eks. større færdselsuheld, havarerede køretøjer, tabt gods.

Det trafikale beredskab kan opdeles i lokale redningstjenester og mere offentlige beredskabstjenester.

Det lokale beredskab er ofte en mindre mere mobil enhed der tager sig af den dagligdags hændelse med stoppede køretøjer, mindre bagendekollisioner, mm.



Rammerne for ansvars- og opgavefordelingen mellem myndighederne i forbindelse med beredskabsplanlægning og udførelse af redningsindsatser er i Danmark fastlagt i Beredskabsloven.

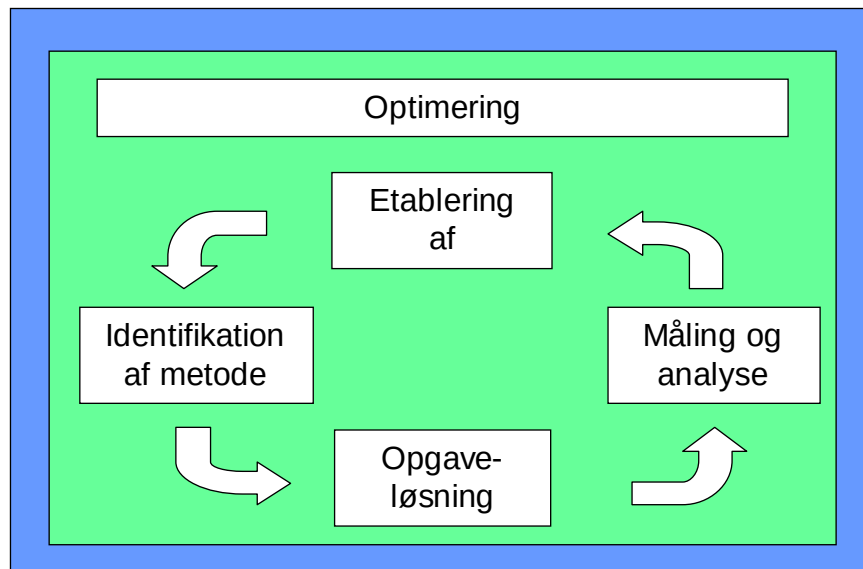
En redningsindsats kan involvere nedenstående organisationer i forskelligt omfang:

<i>Organisation</i>	<i>Funktion</i>
Kommunalt redningsberedskab	Teknisk ledelse og udførelse af redningsindsatsen. Ledelse på skadested.
Politi	Koordinerende og politimæssig ledelse i og udenfor indsatsområdet.
Alarmeringscentral	Formidling og udførelse af alarmeringstjeneste.
Amtskommuner	Sygehus- og ambulanceberedskab.
Det statslige regionale redningsberedskab (Beredskabsstyrelsen)	Assistance ved større ulykker.

5.7.5 Evaluering och Optimering

Evaluering og optimering er en del af kvalitetsoptimeringsprocessen i en balance mellem hensynene til krav, løsningsmuligheder og økonomi.

Optimeringen kan beskrives ved nedenstående simple kvalitetsoptimeringsmodel.



Modellen beskriver, med udgangspunkt i almindelig kvalitetsoptimering (ISO 9000), processen der skal gennemløbes via:

- Etablering af grundlag for evalueringen herunder opstilling af prioriterede forventede mål
- Identifikation af metode der kan indsamle data og observationer der kan benyttes til måling om/i hvilken grad de opstillede mål nås
- Beskrive hvordan opgaven løses samt hvilke arbejdsprocedurer der må anvendes
- Måling og analyse af hvordan og i hvilket omfang målene nås

hvorefter der foretages en korrektion i grundlaget (dokumentation, procedurer, anlæg, mm) hvor efter optimeringen kan gentages på det nye grundlag.

5.7.5.1 Etablering af grundlaget

Som grundlag for evalueringen opsamles og lagres drifts- og beredskabsrelaterede data løbende i diverse rapporteringssystemer. Der defineres herunder målbare evalueringsparametre for driftspersonalet, operatørene og beredskabernes ydelser.

Vurderingen af opstillede mål vil traditionelt tage udgangspunkt i følgende:

- Optimering af sikkerhed beskriver de mål der er nødvendige for at opretholde en sikker vejforbindelse både for trafikanter og for de der udfører vedligeholdsarbejde i forbindelse med driften.
- Optimeringen af kvalitet skal, når anlægget er sat i drift, sikre, at systemets trafiktekniske funktion opretholdes korrekt, og at systemet i forhold til enhver tid besluttede mål, politikker og succeskriterier er i rimelig overensstemmelse med den trafikale virkelighed.
- Optimering af miljø beskriver hvilke mål der kan sættes for dels at nedbringe energiforbruget og dels forbedre miljøet i og omkring tunnelanlægget.

5.7.5.2 Identifikation af metode

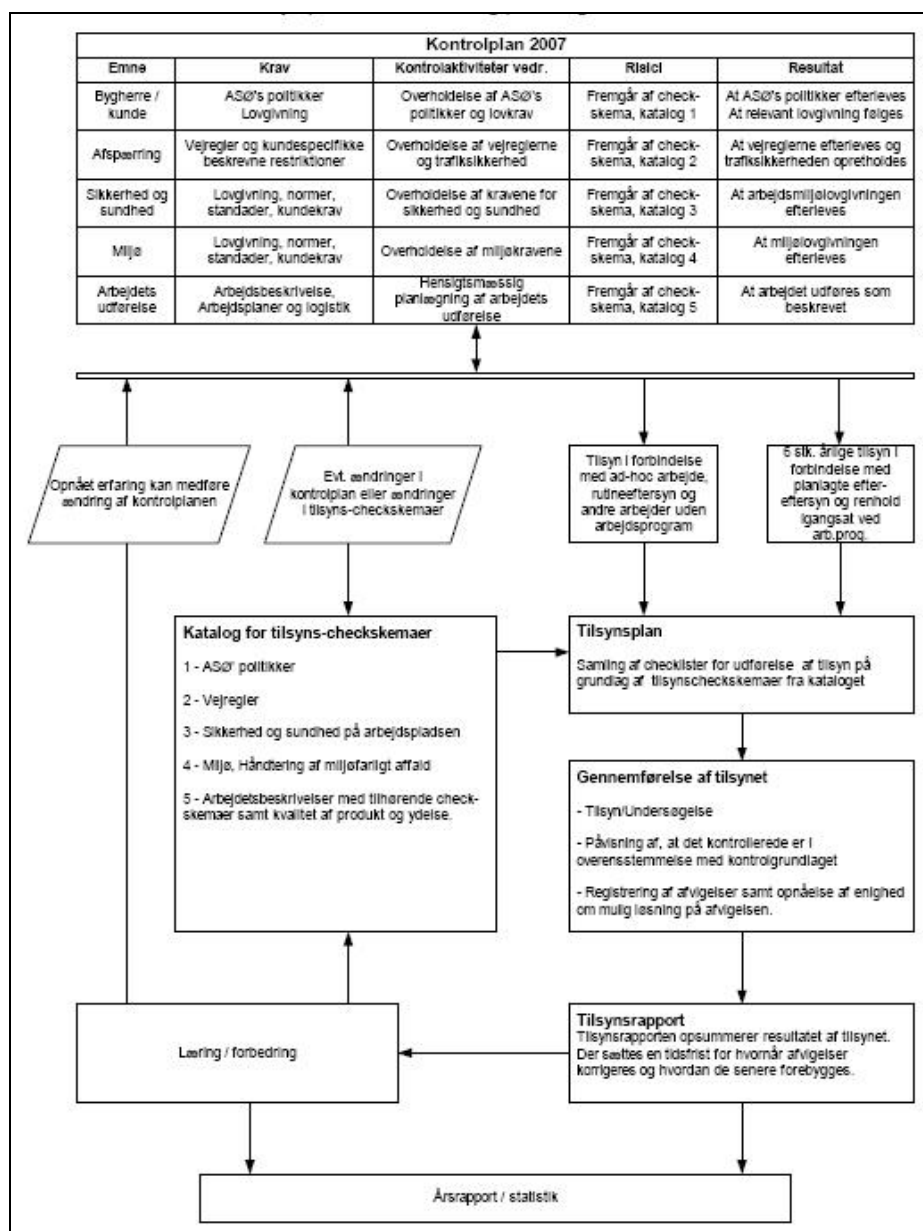
Identifikation af metode der kan indsamle data og observationer der kan benyttes til måling om/i hvilken grad de opstillede mål nås

Nedenfor er angivet eksempel ved et evalueringsskema for et uddannelsesforløb gennemført af TMC operatører:

Hvor enig er du i følgende udsagn ?	Helt enig	Enig	Ved ikke	Uenig	Helt uenig
1. Kurset opfyldte sit formål					
2. Kurset var relevant for mit arbejde					
3. Kursets faglige niveau var tilpas					
4. Kursets varighed var tilpas					
5. Undervisningen var godt organiseret					
6. Kursusholderne formidlede budskabet effektivt					
7. Kursusmaterialet var relevant og anvendeligt					
8. Kursusfaciliteterne var tilfredsstillende					
9. Mine forudsætninger for kurset var i orden					

5.7.5.3 Opgaveløsning

Afhængig hvilke virkemidler der er valgt er der forskellige metoder inden for det enkelte virkemiddel der kan benyttes. Eksempel herpå er vist nedenfor fra Sund & Bælt hvor tilsynets observationer indsamles systematisk, med baggrund i en tilsynsplan, observationer lagres i rapporter, evalueres og indgår herefter i læringsprocessen.



5.7.5.4 Måling og analyse

Måling og analyse af hvordan og i hvilket omfang målene nås vil ofte blive indsamlet i relation til en overordnet positiv forventning der oftest relaterer sig til:

- effekt på sikkerhed
- effekt på fremkommelighed
- rentabilitet
- operatører, driftspersonel og trafikanter
- anden udstyr/afmærkning
- afspærring

5.7.5.5 Dataindsamling

Dataindsamling som grund för kontinuerliga förbättringar (kvalitetssystem/säkdok)

Behovet for dataindsamling må beskrives, således f.eks.:

- Trafikdata, f.eks. belastning, kødannelser, kørehastigheder, rejsehastigheder, hændelser
- Uheldsdata
- Data til brug for evaluering og erfaringsindhentning
- Data vedrørende funktioner og handlinger.

Dataindsamling kan være relevante både i nærområdet af arbejdets udførelse og på andre vejstrækninger.

Det vil endvidere være relevant at have for øje, hvilke data der ønskes samlet ind på det færdigbyggede anlæg.

5.7.5.6 Optimering

Hver af de ovenstående arbejder vil løbende fra tidspunktet for anlæggets ibrugtagning og videre gennem driften være udsat for en udvikling og erfaringsindsamling. Dette dels fra de aktuelle evalueringer men også fra offentligheden der kræver yderligere tiltag for øgning af for eksempel sikkerheden, ofte i forhold til den værst tænkelige ulykke, og kapacitetsudnyttelsen af anlægget.

Man vil således via en mangfoldighed af input blive ført frem til en stadigt mere omfattende optimeringsproces der løbende vil medføre en stadig udvikling i udformningen af tunnelanlægget og ikke mindst hvilke arbejdsprocedurer samt hvilke redskaber/installationer der menes behov for.

5.8 Driftsplan och Beredskabsplan

For at sikre at driften og beredskabet til såvel organisation som tunnelsystemet afdækkes så tidligt som muligt indledes arbejdet med drifts- og beredskabsplanen allerede inden tunnelanlægget tages i drift, hvor det munder ud i et sæt planer på kravniveau.

Efter kravfasen skal arbejdet med drifts- og beredskabsplanen videreføres så alle forhold af betydning for b. la. trafikafviklingen er lagt fast og procedurer, delplaner mv. udarbejdet inden driftsperioden starter.

Planerne er generelt gældende på hele strækningen dækkende både det givne infrastrukturanlæg med tilhørende udenoms anlæg.

Planerne dækker det samlede beredskab, dvs. håndtering af både tekniske fejl samt ulykker, uheld og andre trafikale hændelser.

De overordnede dokumenter i planerne skal beskrive aftaler, grænseflader samt ansvars- og opgavefordeling og anvendes primært administrativt og i forbindelse med planlægning af drifts- og beredskabsarbejdet samt til undervisningsformål.

De overordnede dokumenter udmøntes i følgende operative dokumenter som anvendes i det daglige arbejde:

- Procedurer, instrukser og delplaner der beskriver hvordan hver enkelt aktør udfører sin del af de aftaler som er beskrevet i de overordnede dokumenter.
- Trafikplaner der viser hvordan strækningen aktuelt ser ud i forhold til tværprofil, adgangsveje, afskærmninger, afmærkning, skiltning mv.
- Betjeningsvejledninger for tekniske anlæg på et niveau tilpasset den aktuelle bruger.

6 Uddannelse

6.1 Uddannelse og opfølgingsuddannelse

Inden idriftsættelse af et givent anlæg skal der gennemføres uddannelse af driftspersonale, samt øvelser i håndtering af forskellige driftssituationer.

Følgende aktører kan man forestille sig indgår i uddannelsesplanen:

- T.M.C. personale
- Driftsentreprenører
- Evalueringsansvarlige
- Beredskabsparter

Gennemført uddannelse bør jævnligt gentages ligesom der ved enhver ændring i personalet, anlægget eller den trafikale situation skal afholdes orienteringsmøder.

Ved behov bør orienteringsmøderne blive suppleret med beredskabsøvelser.

6.2 T.M.C. personalet

T.M.C. har et stort ansvar at løse i forbindelse med indvielse af et nyt anlæg og der er derfor altid behov for en gennemgående uddannelse af de medarbejdere som tilknyttes trafikstyringsfunktionen.

Udover en basal uddannelse som T.M.C. operatør i f.eks. trafikale forståelse og almindelige vejregler suppleres med særlige trafikstyringsmoduler afhængig af anlægskompleksitet mm i:

- Trafikafvikling og trafikledelsessystemer generelt
- Tunnellen som arbejdsplads
- Betjening af tunnelsystemerne
- Driftsplan, beredskabsplan og plan for teknisk beredskab
- Procedurer for trafikstyring
- Lokalkendskab
- Kendskab til beredskabsparter

Alle medarbejdere sidemandsoplæres desuden inden de selvstændigt må bemande trafikstyringsfunktionen.

Desuden deltager medarbejderne i eventuelle beredskabsøvelser (planspil).

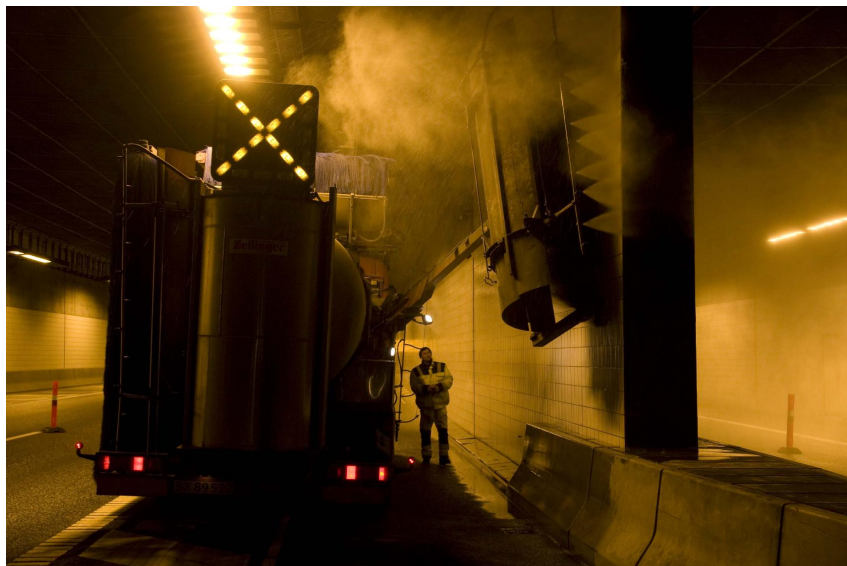
Trafikledelsen har en række primære daglige opgaver til hvilke der er behov for fastlæggelse af procedurer og instrukser for hvordan operatøren agerer på den enkelte opgave ved f.eks.:

- Observationer i forbindelse med overvågning af trafikafvikling via kameraer/grafisk overvågning
- Registrering og håndtering af hændelser
- Etablering af trafikregulering og trafikinformation i forbindelse med hændelser
- Tilkald af og bistand til beredskabet i forbindelse med trafikale og tekniske hændelser
- Etablering og kontrol af afmærkning iht. trafikplaner

6.3 Driftsentreprenør

Driftsentreprenøren skal uddannes inden for:

- Trafikafvikling og trafikledelsessystemer generelt
- Tunnelen som arbejdsplads
- Anlægskendskab
- Betjening af IT-systemet på teknisk brugerniveau
- Lokalkendskab og kendskab til anlægsprojekterne
- Kendskab til T.M.C.



6.4 Evalueringsansvarlige

De ansvarlige for trafikteknisk og systemteknisk evaluering uddannes til selv at kunne lave dataudtræk og generere rapporter direkte fra IT-systemet og øvrige log-systemer.

6.5 Beredskabsparterne

Udover en basal uddannelse inden for trafikafvikling og trafikledelsessystemer generelt skal beredskabet via øvelser lære at:

- Løse komplekse redningsøvelser i tunnel
- Forstå og agere som aftalt i beredskabsplaner
- Procedurer for trafikstyring
- Anlægskendskab
- Betjening af IT-systemet på teknisk brugerniveau
- Lokalkendskab
- Kendskab til T.M.C.

6.6 Uddannelse og opfølgingsuddannelse

Inden idriftsættelse af et givent anlæg skal der gennemføres uddannelse af driftspersonale, samt øvelser i håndtering af forskellige driftssituationer.

Følgende aktører kan man forestille sig indgår i uddannelsesplanen:

- T.M.C. personale
- Driftsentreprenører
- Evalueringsansvarlige
- Beredskabsparter

Gennemført uddannelse bør jævnligt gentages ligesom der ved enhver ændring i personalet, anlægget eller den trafikale situation skal afholdes orienteringsmøder.

Ved behov bør orienteringsmøderne blive suppleret med beredskabsøvelser.



7 Driftsdokumentation

Ved færdiggørelsen af anlægsarbejdet overdrages anlægget til drift. Der skal i den forbindelse besluttes en strategi for fastlæggelsen og gennemførelsen af de aktiviteter der er behov for til igangsætningen af driften af anlægget. En af de væsentlige aktiviteter er at få etableret en velstruktureret driftsdokumentation.

I særlig grad skal udarbejdes en plan for trafikafviklingen bestående af en Driftsplan og en Beredskabsplan.

Selve opdelingen af driftsdokumentationen skal følge, og tilpasses, den organisation der er besluttet.

På det administrative niveau skal samles grundlagsmateriale for anlægget herunder myndighedsaftaler, godkendelser, overdragelsesprotokoller, organisationsplaner for byggeperioden, tidsplaner, mm..

På det operative niveau udlægges dokumentationen i henhold til ovenstående hvor det således vil være naturligt at følge samme opdeling som beskrevet tidligere:

Drift:

- Trafikal drift
- Trafikteknisk drift
- Systemteknisk drift

Beredskab:

- Trafikalt beredskab
- Teknisk beredskab

Med denne overordnet opdeling identificeres og gennemgås strategien for gennemførelsen af de enkelte aktiviteter.

De overordnede dokumenter beskriver hver for sig hovedopdelingen med hensyn til nødvendige aftaler, grænseflader samt ansvars- og opgavefordeling og anvendes primært administrativt og i forbindelse med planlægning af beredskabs- og driftsarbejdet samt til undervisningsformål.

De overordnede dokumenter udmøntes i følgende operative dokumenter som anvendes i det daglige arbejde:

- Procedurer og instrukser der beskriver hvordan hver enkelt aktør i drift og beredskab udfører sin del af de aftaler som er beskrevet i de overordnede dokumenter.
- Trafikplaner der viser hvordan strækningen aktuelt ser ud i forhold til tværprofil, adgangsveje, afskærmninger, afmærkning, skiltning mv.
- Brugermanualer for det centrale IT-system samt andre særlige manualer og vejledninger.

Sammenhængen mellem de operative dokumenter er vist i nedenstående figur, hvor der skelnes mellem 4 lag af dokumentation og mellem fælles dokumentation og anlægsspecifik dokumentation.

Fælles dokumenter	Anlægsspecifikke dokumenter	
Trafikafviklingsplan – definitioner og begreber Driftsplan Plan for teknisk beredskab	Beredskabsplan	Lag 1: Overordnede planer
	Beskrivelse af overordnet konstruktion(er) Beskrivelse tekniske systemer samt hjælpemidler	Lag 2: Overordnede beskrivelser
Procedurer/Instrukser	Procedurer/Instrukser	Lag 3: Operative procedurer og instrukser
Manualer for IT-system	Trafikplaner Særlige manualer og vejledninger	Lag 4: Operative vejledninger/anvisninger

Eksempel på uddrag af overordnet dokumentationsopbygning.

8 Ekonomisk beslutsmodell

8.1 Ekonomiska styrmodeller

Styrning av en verksamhet baseras ofta på ekonomiska faktorer, där exempelvis leveranssäkerhet, kvalitet, lagkrav och säkerhet är villkor för att kunna bedriva verksamheten på kort och lång sikt.

Anslagsbaserad verksamhet skiljer sig mot privat verksamhet vad gäller den ekonomiska styrningen. Ett privat företag styr på kort och lång sikt efter resultat- och balansräkning medan den anslagsbaserade verksamheten styrs efter t ex tillgången på anslag för drift och underhåll. Även inom trafikområdet finns organisationer som styr verksamheten efter resultat- och balansräkning. I fallet med t ex Öresundsbron A/S baseras kostnaderna för underhållet, val av underhållsorganisation och åtgärder på dels det kortsiktiga resultatet i form av företagets resultaträkning, inkluderat intäkter från passerande fordon, men även på långsiktiga effekter som påverkar efterfrågan och därmed framtida intäkter.

Värdet på en anläggning som inte underhålls sjunker och balansräkningen påverkas, dvs värdet i balansräkningen, eller vägkapitalet, sjunker. En dåligt underhållen anläggning kan också tappa intäkter genom att attraktions- eller konkurrenskraften minskar eller att säkerheten försämras.

Drivande i många organisationer är det ekonomiska resultatet. Alla privata verksamheter styrs förr eller senare mot ett positivt resultat. Många yrkesgrupper arbetar också bäst och effektivast i en vinstgivande verksamhet, inte minst för den relativt enkla kopplingen mellan egna insatser och resultat.

Genom att använda det privata företagets ekonomiska styrmodell inom ett avgränsat vägområde kan man uppnå positiva effekter för såväl samhälle som medarbetare. Med rätt förutsättningar driver resultat- och balansräkningen en organisation mot en "optimering" av verksamheten på både kort och lång sikt.

Ofta har man flera pågående projekt i olika faser. Dessa behöver då regelbundet analyseras och värderas för att organisationen ska hitta den optimala mixen av projekt. Analysen kan göras i en projektportfölj, där lönsamhet, bemanning och strategiuppfyllnad jämförs. Mixen och balansen i projektportföljen åstadkoms genom att vissa projekt läggs ner, andra senare- eller tidigareläggs. Genom att hela projektportföljen åskådliggörs, kan också åtgärder vidtas för att initiera nya projekt, som uppfyller vissa kriterier.

8.2 En fiktiv ekonomisk modell för vägsystem

Här beskrivs en modell, baserad på resultat- och balansräkning, som kan användas för planerade drift- och underhållsåtgärder i ett vägavsnitt. Modellen är ett komplement till befintliga beslutsmodeller och kan omfatta ett avgränsat vägavsnitt, t ex en högtrafiktunnel med anslutningar, i samband med effektiviseringar och prioritering av åtgärder.

En av de viktigaste parametrarna i vägsystemet, tillsammans med säkerheten, är att upprätthålla den erforderliga eller planerade framkomligheten eller kapaciteten i form av antal passager och hastighet, dvs trafikflödet. Intäktsidan i en resultaträkning bör därför vara direkt kopplad till detta. Här bör man även beakta framkomlighet och kapacitetsinskränkningar under själva genomförandet av underhållsåtgärderna, som direkt bör slå mot resultatet.

Vägnätets beskaffenhet påverkar också samhällets kostnader i form av varierande restider och risken för olyckor. Drift och underhåll kopplat till samhällsekonomiska metoder och modeller finns bland annat beskrivet i ASEK III-projektet. Intäkterna per fordon i resultaträkningen kan baseras på antingen den samhällsekonomiska nyttan för tillfället eller helt enkelt balansera kostnaden för den investering som redan är gjord.

Underhållskostnader påverkar resultaträkningen genom kapitalkostnaden, vanligtvis räntekostnaden, och avskrivningar. I de fall en åtgärd leder till någon typ av besparing, kommer även denna in som en minskad kostnad i resultaträkningen.

Balansräkningen i modellen består i princip av "vägkapitalet", dvs värdet av den ursprungliga investering som återstår justerat för löpande investeringar eller åtgärder.

8.3 Användningsområden för modellen

Den beskrivna modellen kan användas vid planerade drift- och underhållsåtgärder i den normala förvaltningen. Modellen kan också användas i samband med kampanjvisa uppföljningar av system och funktioner - jämför teknisk revision - för att hitta förbättringsområden.

Moderna tunnlar har ofta övervakningssystem där information om drift och status lagras och som kan bearbetas i efterhand. Genom att systematiskt gå igenom system och funktioner, t ex genom en controllerfunktion eller via revisioner, kan man proaktivt identifiera potentiella förbättringar. Vissa förbättringar kräver investeringar och genom att använda den beskrivna modellen kan dessa motiveras även ur ett ekonomiskt perspektiv med hänsyn tagen till eventuella störningar i trafiken och långsiktiga effekter.

För att snabbt komma till resultat rekommenderas att man kampanjvis fokuserar på utvalda system eller funktioner. I en kampanj kan man under en begränsad tid hitta kostnadsdrivande funktioner, ta fram alternativa lösningar och med hjälp av modellen ovan studera förändringen i företagsekonomiska termer inför beslut. Upprepade kampanjer som engagerar berörd personal leder ofta till att rutiner och förhållningssätt förändras.

8.4 Exempel

Anta att vi tillämpar modellen på ett högtrafikerat vägtunnelsystem med anslutningsvägar. I exemplet trafikeras vägsystemet av 100 000 fordon per dag. En fiktiv intäkt per fordon har satts till 25 SEK i högtrafik, 10 SEK under övrig dagtrafik och 5 SEK på natten. Vid en effektiviseringskampanj som fokuserade på belysning framkom förslaget att byta ut befintliga armaturer mot mer energisnåla armaturer, vilket skulle minska energikostnaden med 150 000 SEK per år. Investeringskostnaden för detta var 1 MSEK och arbetet innebar att trafiken fick stängas av huvudsakligen nattetid men delvis även under övrig tid.

I resultaträkningen för det första året återfinns åtgärden markerat med rött.

INTÄKTER		
	Utan störningar	X
	Driftinskränkning	-2 741 667
KOSTNADER		
	Normal DoU	Y
	Befintlig kapitalkostnad	Z
	Kapitalkostnad för åtgärd	140 000
	Besparing åtgärd	-150 000

Av exemplet framgår att den helt dominerande posten det första året kommer från trafikavstängningen. Under avskrivningstiden kommer kapitalkostnaden att minska medan besparingen troligen kommer att öka något pga höjda elpriser. I exemplet kommer det att ta mycket lång tid innan åtgärden räknas hem.

Balansräkningen påverkas av det värde som åtgärden adderar till vägkapitalet.

Se appendix för utförligare exempel.

Appendix: Ekonomisk beslutsmodell

Scenario - Södra Länken med beslutsmodell för drift och underhåll

Södra Länken färdigställdes 2004 och omfattar 6 km vägsträcka varav 4,6 km i tunnel. Investeringen var i storleksordningen 8 Mdr. Det årliga underhållet uppgår till ca 100 Mkr eller drygt 1 % av det totala anskaffningsvärdet. Uppemot 100 000 passager sker per vardagsdygn.

Under ett år hanteras omkring 600 arbetsordrar inom styr- och övervakning och ca 230 inom el. Södra Länken omfattar ca 200 000 komponenter. Elkostnaden för främst fläktar och belysning uppgår till ca 16-20 Mkr/år. Konsekvenserna för Stockholmstrafiken är stora om Södra Länken tvingas stänga helt eller delvis.

Södra Länken betraktas i detta mycket förenklade exempel som en egen resultatenhet med en fiktiv resultat- och balansräkning. Dessa fiktiva intäkter baserat på antal passager under olika perioder under dygnet.

En controllerfunktion går kampanjvis, eller regelbundet, igenom verksamheten och fokuserar på ett eller flera områden eller funktioner per kampanj. Exempelvis energiförbrukning, fläktsystem, belysning.

Potential till förbättringar ur något perspektiv kompletteras med hur anläggningens resultat- och balansräkning påverkas före beslut om genomförande tas. Genom analys av resultat- och balansräkning fokuseras på sådant som kan förbättra räkenskaperna.

Investering	7,9 Mdr
Kapitalkostnader	räntesats 4%, avskrivning 10 (installationer) respektive 40 år (infrastrukturen)
DoU	ca 100 Mkr/år
Antal passager	ca 100 000/vardagsdygn
Dagtrafik/högr trafik kl	06-09, 15-18 (70% av trafiken), fiktiv intäkt per passage 25 kr
Övrig trafik kl	09-15, 18-21 (20% av trafiken), fiktiv intäkt per passage 10 kr
Natttrafik kl	21-06 (10% av trafiken), fiktiv intäkt per passage 5 kr

Intäkter och kostnader ur ett redovisningsperspektiv framgår av figur nedan - Beslutsmodell.

Den studerade investeringen kan sedan jämföras med andra projekt i projektportföljen. Här framgår då lönsamhet, krav på resurser och strategiuppfyllelse för just detta projekt i jämförelse med övriga. Projekt med störst positiv påverkan på verksamheten prioriteras, medan andra projekt väljs bort eller senareläggs. Se även figur nedan – Project Portfolio Management Tool.

BESLUTSMODELL

Exempel från svensk väg tunnel

RESULTATRÄKNING	
INTÄKTER	
Utan störningar	730 000 000
Driftinskränkning	-2 741 667
Sum	727 258 333
KOSTNADER	
Drift	50 000 000
Underhåll	50 000 000
Avskrivning installationer	118 500 000
Avskrivning infrastruktur	167 875 000
Räntekostnader	281 635 000
Avskrivning reinvestering	100 000
Ränta reinvestering	40 000
Besparing reinvestering	-150 000
Sum	668 000 000
RESULTAT	
Sum	59 258 333
BALANSRÄKNING	
TILLGÅNGAR	
Anl tillgångar infrastruktur	6 211 375 000
Anl tillgångar installationer	829 500 000
Reinvestering	1 000 000
Sum	7 041 875 000
KAPITAL o SKULDER	
Sum	7 041 875 000

INTÄKTER							
Normal drift:							
Period	Intäkt passage	Fördelning	Passager/dygn	Tim dygn	Passager tim	Intäkt tim	Intäkt dygn
Dagtid	25	1	70 000	6	11 667	291 667	1 750 000
Nattid	5	0	10 000	9	1 111	5 556	50 000
Övrig tid	10	0	20 000	9	2 222	22 222	200 000
Tot, snitt		1	100 000	24	4 167		2 000 000
Driftinskränkningar för reinvestering:							
Period	Avbrotts tid, tim						
Dagtid	5						
Nattid	99						
Övrig tid	33						
Tot	137						
							Minskad intäkt
							1 458 333
							550 000
							733 333
							2 741 667

INVESTERING			
Investering, tot	7 900 000 000		
Varav installationer ¹	1 185 000 000	Restvärde 2007	829 500 000
Varav infrastruktur ²	6 715 000 000	Restvärde 2007	6 211 375 000
Räntesats	4,0%		
Öppningsår	2 004		
Ny ägare, reinvestering eller FU:			
Ex byte av armaturer för att minska energikostnaden			
Investering	1 000 000		
Avskrivning, år	10		
Energikostnad	-150 000		
		= Inmätningstätt	¹ Avskrivn 10 år
		= Åtgärd	² Avskrivn 40 år
Rödmarkerat			

PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT TOOL

Compared to today's standard:

 Improvement

 No change

 Worse

Project	Scope	Toll Gate	Completed (In year)	Investment (MSEK)	Pay-Off Time (Years)	Objective Factors							Resources	Total Score /Priority
						Drivers Safety	Accessibility /Capacity	Service/info to drivers	Environment	Economy	Property protection	Internal Issues		
New lightning	New lightning to reduce energy consumption.	2	2008	1 000 000	15								3	23
New ventilation	New fans instead of increasing maintenance	1	2009	15 000 000	8								5	20
Cleaning	Automatic cleaning device for tunnel	0	2012	70 000 000	99								2	9

NVF
Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
DK-1022 København K
Danmark
Telefon +45 7244 33 33 telefax +45 33 32 98 30
E-post: nvf@vd.dk

NVF
c/o Vägförvaltningen
Postbox 33
FIN-00521 Helsingfors
Finland
Telefon +358 204 22 2575 telefax +358 204 22 2471
E-post: nvf@finra.fi

NVF
c/o Landsverk
Box 78
FO-110 Torshavn
Færøerne
Telefon +298 340 800 telefax +298 340 801
E-post: lv@lv.fo

NVF
c/o Vegagerdin
Borgartun 7
IS-105 Reykjavik
Island
Telefon +354 522 1000 telefax +354 522 1009
E-post: hreinn.haraldsson@vegagerdin.is

NVF
c/o Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
NO-0033 Oslo
Norge
Telefon +47 22 07 38 37 telefax +47 22 07 37 68
E-post: publvd@vegvesen.no

NVF
c/o Vägverket
SE-781 87 Borlänge
Sverige
Telefon +46 243 757 27 telefax +46 243 757 73
E-post: nvf@vv.se

NVF-rapporterna kan beställas via respektive lands sekretariat per telefon, fax, e-post eller post. Se kontaktuppgifterna på näst sista sidan.
En uppdaterad rapportförteckning finns på förbundets nordiska hemsida, <http://www.nvfnorden.org>.

Nordiska
Vägtekniska
Förbundet

