



Statens vegvesen

Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008 - 2011

Vegtunnelers oppetid

Statens vegvesens rapporter

Nr. 143



Vegdirektoratet
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen
Tunnel og betong
August 2012

Tittel

Etatsprogrammet Moderne vegtunneler
2008 - 2011

Title**Undertittel**

Vegtunnelers oppetid

Subtitle**Forfatter**

Johnny M. Johansen, ViaNova
Åsmund Holen, ViaNova

Author**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavde-
lingen

Department

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavde-
lingen

Seksjon

Tunnel og betong

Section

Tunnel og betong

Prosjektnummer

602182

Project number**Rapportnummer**

Nr. 143

Report number

No. 143

Prosjektleder

Harald Buvik

Project manager**Godkjent av****Approved by****Emneord**

Etatsprogram, Moderne vegtunneler, Tun-
nel, Strategi, Oppetid

Key words**Sammendrag**

Rapporten dokumenterer resultater fra analyse av stengetider og oppetider for vegtunneler bygd etter tradisjonell utførelse iht håndbok 021 Vegtunneler sammenholdt med utførelse med helstøpt tunnelhvelv.

Summary

Formålet med analysen er å gi et bidrag til grunnlaget for valg av strategi for bygging av tunneler samt input til utvikling av kvalitetskriterier for drift av vegtunneler.

Antall sider

Dato 15.august 2012

Pages

Date

Oppdragsrapport	
Moderne vegtunneler Vegtunnelers oppetid	
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Vegdirektoratet
Oppdragsgivers referanse	Harald Buvik harald.buvik@vegvesen.no Statens vegvesen Vegdirektoratet Postboks 8142 Dep 0033 Oslo Telefon: 22 07 39 78
Rapport-type	Oppdragsrapport
Prosjektnr./navn	VN PT – 20154
Rapportdato	2011-12-02
Oppdragsansvarlig	Johnny M. Johansen johnny.m.johansen@vianova.no
Utarbeidet av	Johnny M. Johansen johnny.m.johansen@vianova.no
Oppdragsgruppe	Johnny M. Johansen Åsmund Holen
Kontrollert av	-
Rapportens formål og metode	Rapporten dokumenterer resultater fra analyse av stengetider og oppetider for vegtunneler bygd etter tradisjonell utførelse iht håndbok 021 Vegtunneler sammenholdt med utførelse med helstøpt tunnelhvelv. Formålet med analysen er å gi et bidrag til grunnlaget for valg av strategi for bygging av tunneler samt input til utvikling av kvalitetskriterier for drift av vegtunneler. Arbeidet utgjør en del av Etatsprogrammet Moderne vegtunneler, Delprosjekt 8 Drift og vedlikehold.
ViaNova Plan og Trafikk AS Leif Tronstads Plass 4 Postboks 434, 1302 SANDVIKA E-post: vnpt@vianova.no Tlf: 67 81 70 00 ♦ Fax: 67 81 70 01	

Forsidefoto: Johnny M. Johansen, ViaNova Plan og Trafikk AS

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Årsak til stengning - stengetid	5
3	Bruk og utvikling av oppetidskriteriet.....	7
4	Sammenligning med jernbanedrift	8
	Vedlegg 1 Stengningsfrekvenser og stengetid	9

<blank side>

1 Innledning

Framkommelighet og sikkerhet er de viktigste parametrene som beskriver vegtunnelers tjenlighet. Framkommeligheten i vegtunneler blir i påvirket på en svært spesiell måte når tunnelen må stenges for trafikk og tunnelen ikke lenger blir tilgjengelig. Stengetid for vegtunneler, eller det inverse, oppetid for vegtunneler, utgjør derfor en viktig kvalitetsparameter for tunnelens tjenlighet.

Kvaliteten på trafikkavviklingen i vegtunnelen kan følges opp gjennom registrering av oppetid for vegtunnelen med tilhørende årsaker til stengning. Oppetid og årsaker til stengning kan rapporteres årlig, og fastsetting av mål for den enkelte vegtunnels oppetid vil gi den nødvendige fokus på problemstillingene. Oppetid kan også benyttes for analyse av hendelser og driftsopplegg som grunnlag for forbedringsarbeid.

2 Årsak til stengning - stengetid

Ulike hendelser medfører at tunnelen må stenges for trafikk, helt eller delvis. Disse hendelsene kan deles inn i følgende hovedgrupper:

A Planlagt stengning

- A1 Planlagt stengning: Rullerende drift og vedlikehold
- A2 Planlagt stengning: Rehabilitering
 - Tekniske installasjoner
 - Konstruksjonen

B Ikke planlagt stengning

- B1 Ikke planlagt stengning: Trafikale hendelser
 - Ulykker (personellskade)
 - Uhell (materiell skade)
 - Kjøretøystopp
 - Brann i kjøretøy
- B2 Ikke planlagt stengning: Reparasjon/ekstern årsak
- B3 Ikke planlagt stengning: Konstruksjonssvikt
- B4 Ikke planlagt stengning: Teknisk system-svikt

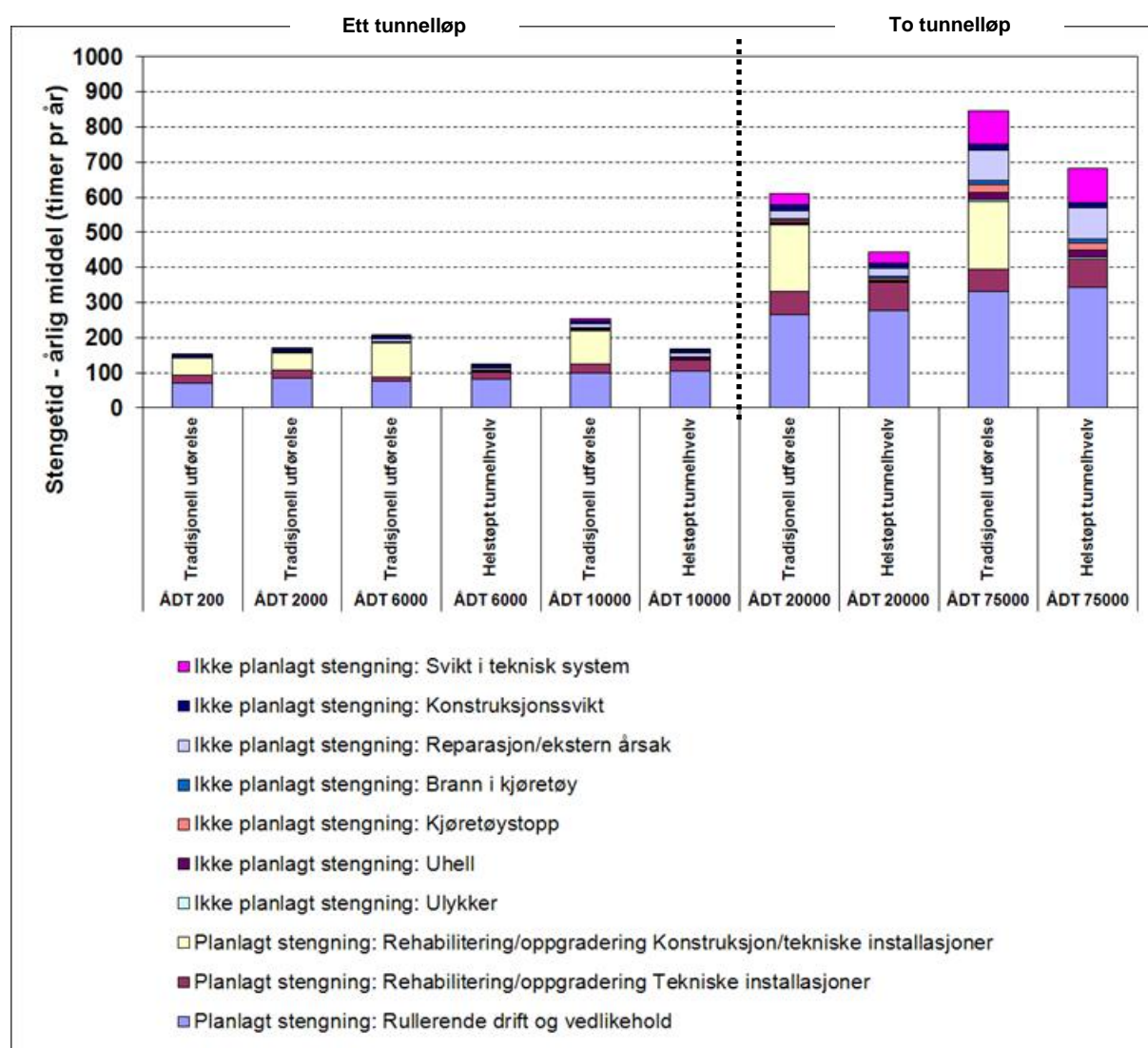
Data om forekomsten (frekvensen) for disse hendelsene og varigheten av hver hendelse hentes fra ulike kilder som vist nedenfor:

Årsak til stengning	Datagrunnlag/kilde
A1 Planlagt stengning: Rullerende drift og vedlikehold	Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold Frekvenslister i driftskontrakter og elektrokontrakter
A2 Planlagt stengning: Rehabilitering Tekniske installasjoner Konstruksjonen	Intervall- og kapasitetsvurderinger, se kap. 6 Rehabiliteringskostnader
B1 Ikke planlagt stengning: Trafikale hendelser Ulykker (personellskade) Uhell (materiell skade) Kjøretøystopp Brann i kjøretøy	Hendelsesstatistikk: Ulykkesstatistikk, ulykkesfrekvenser VTS-statistikk

Årsak til stengning		Datagrunnlag/kilde
B2	Ikke planlagt stengning: Reparasjon/ekstern årsak	Hendelsesstatistikk: VTS-statistikk Erfaringsdata fra entrepriser/kontrakter
B3	Ikke planlagt stengning: Konstruksjonssvikt	Anslag på forekomster/intervall
B4	Ikke planlagt stengning: Teknisk system-svikt	Hendelsesstatistikk og anslag på forekomster

Grunnlag for kalkulasjon av stengetider for tunneler bygget etter de to alternative byggekonseptene, tradisjonell utførelse iht håndbok 021 (alt. 1) og helstøpt tunnelhvelv (alt. 2), er vist i Vedlegg 1. Stengetid er beregnet som årlig gjennomsnitt, men det er viktig å være klar over at store deler av stengetiden kommer samlet i et enkelt år, som f. eks. ved rehabiliteringsarbeider.

Samlet stengetid for vegtunneler er vist i figuren nedenfor:



Definisjonen av stengetid og “stengt tunnel” er ulik for tunneler med ett tunneløp og to tunneløp: For tunneler med ett tunneløp innebærer “stengt tunnel” at tunnelen er helt stengt for trafikk og at all trafikk må gå via en omkjøringsveg. For tunneler med to tunneløp innebærer “stengt tunnel” i denne sammenhengen at ett tunneløp er stengt mens det andre løpet er åpnet for trafikk. Trafikken som normalt ville benyttet

det tunnellopet som er stengt, må da gå via en omkjøringsveg utenom tunnelen eller i det andre tunnellopet som da toveg-reguleres. Ulempene for trafikantene i en tunnel med ett løp vil derfor normalt være større enn ulempene for trafikantene i en tunnel med to løp.

Figuren over viser at de årsaker som medfører mest stengetid er ordinær drift/vedlikehold og rehabiliteringer. Stengetiden som skyldes ikke planlagte hendelser som ulykker o.l. er av mindre betydning når det gjelder total stengetid i tunnelens levetid. Det må allikevel bemerkes at stengningene knyttet til disse hendelsene i stor grad inntreffer på mindre gunstige tidspunkt enn de planlagte stengningene.

Tunneler bygd etter nytt byggekonsept får mindre stengetid i sin levetid enn tunneler bygd med tradisjonell utførelse. Dette skyldes i hovedsak at dette konseptet innebærer mindre rehabiliteringsarbeid.

900 stengetimer pr år representerer om lag 10 % av året. Omregnet til % av helt år representerer ulike stengetider følgende andeler:

Stengetid (timer)	Stengetid (%)
1	0,01
10	0,1
100	1,1
1 000	11
24	0,27

Oppetiden for tunneler med ett tunnellop ligger altså i området 98 – 99 % i gjennomsnitt pr år. For to-løps tunneler med høy trafikk kan ett av løpene i gjennomsnitt være stengt 5 – 10 % av tiden, dvs en oppetid målt som begge tunnellop åpne på 90 – 95 %.

I enkeltår med store rehabiliteringsarbeider kan oppetiden bli redusert til under 50 % for en tunnel med lengde 1 000 m.

3 Bruk og utvikling av oppetidskriteriet

Drift og vedlikehold samt rehabiliterings- og oppgraderingsarbeider i vegtunneler utgjør iht kap. 2 hovedårsaken til forstyrrelsene av trafikkavviklingen i tunnelens levetid sett samlet. Effektene av trafikale hendelser er i sum mye mindre, selv om de ofte opptrer på tidspunkter hvor situasjonens effekt isolert sett blir stor. Effektiv organisering og samordning av drifts- og vedlikeholdstiltak er derfor viktig for å redusere effekten på trafikkavviklingen. Det foreslås å etablere “oppetid” for tunnelen som en mål- og kvalitetsparameter. Oppetid defineres som den tiden tunnelen er åpen for trafikk og vil normalt bli registrert gjennom den inverse parameteren “stengetid”, dvs den tiden tunnelen er stengt for trafikk. Oppetid bør beregnes pr år og kan angis som %-andel av året hvor tunnelen er åpen for trafikk. Etter noe tid med erfaring, bør det settes mål for tunnelens oppetid.

I kap. 2 er det utviklet en metodikk for beskrivelse og beregning av oppetid basert på en kategorisering av hendelser i planlagte og ikke planlagte hendelser. Metodikken

kan nyttes både for analyse basert på generell hendelsesstatistikk og for registrering av reell oppetid for konkret vegtunnel.

Erfaringer med bruk av et kriterium for oppetid vil gi grunnlag for videreutvikling av kriteriet. Videreutvikling kan skje på flere områder, blant annet:

- Forbedret registrering av hendelser (årsak og stengetidens lengde)
- Nyansering av informasjon om stengetid – fordelingskurver som viser stengetidsfordelingen for utvalgte hendelser
- Forbedring og eventuell ytterligere detaljering av kategoriseringen av hendelsene som medfører stengt tunnel

Kvaliteten på trafikkavviklingen i vegtunnelen bør følges opp gjennom registrering av oppetid for vegtunnelen med tilhørende årsaker til stengning. Oppetid og årsaker til stenging bør rapporteres årlig, og benyttes for analyse av hendelser og driftsopplegg som grunnlag for forbedringsarbeid.

4 Sammenligning med jernbanedrift

NSB og Jernbaneverket gjennomfører måling av trafikkavviklingskvalitet på jernbanenettet. Trafikken på jernbanenettet er imidlertid av en annen type enn på vegnettet. Trafikken på banenettet består av regulerte togenheter som er underlagt en streng styring mht avganger, ruter og kjørefart, i motsetning til vegnettet hvor trafikken består av mange mindre bilenheter med større individuell frihet med hensyn på kjøremønster. NSB/Jernbaneverket kan derfor benytte parametre knyttet direkte til trafikken som mål på trafikkavviklingskvalitet, dvs de velger å måle effekten av forhold ved infrastrukturen (og vognmateriellet) på trafikkavviklingen:

Punktlighet	<p>Andel tog som ankommer endestasjonen innenfor følgende marginer i forhold til rutetid (persontog):</p> <p>Lokaltog: 3 minutter og 59 sekunder Langdistansetog: 5 minutter og 59 sekunder</p> <p>Krav for persontogs punktlighet er 90 %, for Flytoget 95 %. For 2010 var punktligheten for persontog på 84 %.</p>
Regularitet	<p>Andel tog som blir kjørt som planlagt i rutetabellene. Tog som lang tid i forvegen er planlagt innstilt som følge av sporarbeider, tas ikke med.</p> <p>Krav til regularitet er 98,5 % For 2010 var regulariteten for persontog på 97,3 %.</p>
Oppetid	<p>$\text{Oppetid} = (\text{Togtimer pr år} - \text{Forsinkelsestimer pr år}) / \text{Togtimer pr år}$</p> <p>Krav til oppetid er 98,9 %. For 2010 var oppetiden 98,4 %.</p>

Begrepet “oppetid” for NSB/Jernbaneverket angir altså effekten på togframføringen i form av forsinkelse og er derfor ikke et direkte uttrykk for om sporet er tilgjengelig for trafikk eller ikke.

Vedlegg 1 Stengningsfrekvenser og stengetid

A Planlagt stengning

A1 Planlagt stengning: Rullerende drift og vedlikehold

ÅDT	0 - 300		300 - 4000		4000 - 8000		8000 - 12000		12000 - 50000		50000 -	
Aktivitet	Frekvens (#/år)	Varighet (t)	Frekvens (#/år)	Varighet (t)	Frekvens (#/år)	Varighet (t)	Frekvens (#/år)	Varighet (t)	Frekvens (#/år)	Varighet (t)	Frekvens (#/år)	Varighet (t)
Funksjonssjekk elektro mm	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
Renhold tunnelvask: Hel/halv	0,2	8	1	8	2	8	3	8	5	8	6	8
Renhold tunnelvask: Teknisk (tillegg)	1	8	1	8	2	8	3	8	5	8	6	8
Driftskontrakt: Generell inspeksjon	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0
Driftskontrakt: Utvidet inspeksjon (tak, hvelv, vegg, v&f, portal)	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
Hovedinspeksjon geologi/sikring, elektro, mm	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8
Rensk	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8	0,2	8
Vegdekkevedlikehold	0,08	8	0,1	8	0,13	8	0,15	8	0,25	8	0,3	8
Elektroteknisk vedlikehold	1	0	1	8	3	8	4	8	4	8	6	8
Vegutstyr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drenering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isfjerning	5	8	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt 1: TIMER / %	69	0,79	84	0,96	76	0,87	100	1,15	133	1,52	166	1,89
Alt 1: NETTER (8 timer)	9		11		10		13		17		21	
Alt 2: TIMER / %	69	0,79	84	0,96	82	0,93	106	1,21	139	1,58	171	1,95
Alt 2: NETTER (8 timer)	9		11		10		13		17		21	

Alle tider er pr tunnellop.

Alt. 2 er tillagt 16 timer for drift av dreneringssystem pr år.

A2 Planlagt stengning: Rehabilitering

Alt. 1: Tradisjonell utførelse

Tekniske installasjoner	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Levetid (år)	30	30	30	20	20	20
Levetid-praktisk (år)	50	50	50	25	25	25
Frekvens (# pr år)	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
Kapasitet (m/døgn)	20	20	40	40	10	10
Varighet (døgn)	50	50	25	25	100	100
Varighet (timer)	1200	1200	600	600	800	800
Varighet (timer/år) / (%)	24 / 0,27	24 / 0,27	12 / 0,14	24 / 0,27	32 / 0,37	32 / 0,37

Konstruksjon	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Levetid (år)	50	50	50	50	50	50
Frekvens (# pr år)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kapasitet (m/døgn)	10	10	5	5	5	5
Varighet (døgn)	100	100	200	200	200	200
Varighet (timer)	2400	2400	4800	4800	4800	4800
Varighet (timer/år) / (%)	48 / 0,55	48 / 0,55	96 / 1,10	96 / 1,10	96 / 1,10	96 / 1,10

Alt. 2: Helstøpt tunnelhvelv

Tekniske installasjoner	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Levetid (år)	30	30	30	20	20	20
Frekvens (# pr år)	0,033333	0,033333	0,033333	0,05	0,05	0,05
Kapasitet (m/døgn)	20	20	40	40	10	10
Varighet (døgn)	50	50	25	25	100	100
Varighet (timer)	1200	1200	600	600	800	800
Varighet (timer/år) / (%)	40 / 0,46	40 / 0,46	20 / 0,23	30 / 0,23	40 / 0,46	40 / 0,46

Konstruksjon	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Levetid (år)						
Frekvens (# pr år)						
Kapasitet (m/døgn)						
Varighet (døgn)						
Varighet (timer)						
Varighet (timer/år) / (%)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0

B Ikke planlagt stengning

B1 Ikke planlagt stengning: Trafikale hendelser¹

Ulykker	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Ulykkesfrekvens (ul/mill kjtkm)	0,11	0,1	0,1	0,1	0,06	0,06
ÅDT	200	2000	6000	10000	20000	75000
Antall ulykker pr år	0,01	0,07	0,22	0,37	0,22	0,82
Stengetid pr ulykke (timer)	4	4	4	4	4	4
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	0 / 0,00	1 / 0,01	1 / 0,02	1 / 0,01	3 / 0,04

Uhell (materieell skade)	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Ulykkesfrekvens (ul/mill kjtkm)	0,11	0,1	0,1	0,1	0,06	0,06
Faktor - uhell	3	3	3	3	3	3
ÅDT	200	2000	6000	10000	20000	75000
Antall uhell pr år	0,02	0,22	0,66	1,10	0,66	2,46
Stengetid pr uhell (timer)	2	3	4	4	4	4
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	1 / 0,01	3 / 0,03	4 / 0,05	3 / 0,03	10 / 0,11

Kjøretøystopp	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Frekvens (#/mill kjtkm)			8	8	8	8
ÅDT	200	2000	6000	10000	20000	75000
Antall stopp pr år	0	0	18	29	58	219
Andel som medfører stengning	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Stengetid pr stopp (timer)	1	1	1	1	1	1
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	0 / 0,00	1 / 0,01	1 / 0,02	3 / 0,03	11 / 0,13

Brann i kjøretøy	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Frekvens (#/mill kjtkm)	1	1	1	1	1	1
ÅDT	200	2000	6000	10000	20000	75000
Antall branner pr år	0	1	2	4	4	14
Andel som medfører stengning	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Stengetid pr brann (timer)	4	4	4	4	4	4
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	0,00	1 / 0,01	1 / 0,02	1 / 0,02	5 / 0,06

¹ Trafikkulykker i vegtunneler 2, Rapport Veg og trafikkavdelingen, TS7, 2008-12-18
 Trafikkulykker i undersjøiske vegtunneler, Rapport Veg og trafikkavdelingen, nr 5/2005
 Oslopakke 3 – Partiell analyse lokk og tunneler Operativ drift, ViaNova Plan og Trafikk AS, 2007

B2 Ikke planlagt stengning: Reparasjon/ekstern årsak

Reparasjon Ekstern årsak	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Frekvens (#/mill kjtkm)	8	8	8	8	8	8
ÅDT	200	2000	6000	10000	20000	75000
Antall hendelser pr år	1	6	18	29	29	110
Andel som medfører stengning	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Stengetid pr hendelse (timer)	4	4	4	4	4	4
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	2 / 0,03	7 / 0,08	12 / 0,13	12 / 0,13	44 / 0,50

B3 Ikke planlagt stengning: Konstruksjonssvikt

Konstruksjons-svikt	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Tid mellom hendelser	30	30	30	30	30	30
Antall hendelser pr år	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Andel som medfører stengning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Stengetid pr hendelse (timer)	240	240	240	240	240	240
Stengetid pr år (timer) / (%)	8 / 0,09	8 / 0,09	8 / 0,09	8 / 0,09	8 / 0,09	8 / 0,09

B4 Ikke planlagt stengning: Teknisk system-svikt

Svikt i teknisk system	0 - 300	300 - 4000	4000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 50000	50000 -
Tid mellom hendelser						
Antall hendelser pr år	5	10	20	50	100	200
Andel som medfører stengning	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06
Stengetid pr hendelse (timer)	4	4	4	4	4	4
Stengetid pr år (timer) / (%)	0 / 0,00	0 / 0,00	1 / 0,01	4 / 0,05	16 / 0,18	48 / 0,55



Statens vegvesen

Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162