

A	2021-04-21	Til kommentar NFK	LeJem	MiSkr	TKST
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsgiver og i anledning det oppdrag som fremgår nedenfor. Innholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom og skal behandles konfidensielt. Dokumentet skal bare benyttes for det formål som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i større utstrekning enn formålet tilsier. Oppdragsgiver Nordland fylkeskommune					
Sak RYGGEDALTUNNELEN Funksjonsbeskrivelse ventilasjon			Dato utarbeidet 2021-04-21		
			Utarbeidet av Lene Jermstad, Norconsult		
			Fagkontrollert av Mia Skrataas, Norconsult		
			Godkjent av NFK		
		Oppdragsnummer 5203080	Dokumentnummer A007	Revisjon A	

INNHOLDSFORTEGNELSE		Side
1	SAMMENDRAG.....	3
2	INNLEDNING.....	4
3	SYSTEMBESKRIVELSE	5
3.1	SRO-anlegg.....	5
3.11	Vindmålere.....	5
3.12	Luftkvalitetssensorer.....	5
4	FUNKSJONER.....	6
4.1	Driftsventilasjon.....	6
4.11	Tunnel åpen for gang- og sykkeltrafikk.....	6
4.12	Tunnel åpen for kun motoriserte kjøretøy.....	7
4.2	Brannventilasjon.....	8
5	INNREGULERING	9
5.1	Innregulering av vindmålere	9
5.2	Innregulering av brannplaner	9
5.3	Innregulering av driftsventilasjon.....	9
6	REFERANSER.....	10

1 SAMMENDRAG

Ryggedalstunnelen er en enkel tunnel med toveistrafikk i ett løp, og er åpen for gående og syklende.

Ventilasjonsanlegget i tunnelen er dimensjonert for langsgående ventilasjon. Driftsventilasjonen skal styres i trinn på grunnlag av NO₂- og CO-målinger. Det skal også installeres PM₁₀-sensorer for overvåking av tunnelluften. Det er i dette dokumentet presentert en styringstabell for tunnel åpen for gang- og sykkeltrafikk i tillegg til motoriserte kjøretøy, og for tunnel åpen for kun motoriserte kjøretøy. Tilgang for gående og syklende medfører lavere grenseverdier for NO₂ og CO [3].

Det skal være variabel ventilasjonsretning i tunnelen. For brannventilasjonen er det presentert to styringstabeller, én for ventilasjonsretning mot Sortland og én for ventilasjonsretning mot Bø.

Styringsanlegget for tunnelen skal være i samsvar med siste versjon av Prosessgrensesnitt for statens vegvesen region nord. Styringsanlegget skal også være i samsvar med siste versjon av «Funksjonsbeskrivelse for automatikk i tunneler» som nærmere spesifiserer IO-behov og funksjoner for styringsnettverk.

Dette dokumentet supplerer «Funksjonsbeskrivelse for automatikk i tunneler», revisjon A, og foreløpig utgave av revidert kapittel om ventilasjon (revisjon B) mottatt av Norconsult 5. april 2018 [1][2]. Kapittel om ventilasjon i revisjon B erstatter kapittel om ventilasjon i revisjon A.

2 INNLEDNING

Styringsanlegget for tunnelen skal være i samsvar med siste versjon av Prosessgrensesnitt for statens vegvesen region nord. Styringsanlegget skal også være i samsvar med siste versjon av «Funksjonsbeskrivelse for automatikk i tunneler» som nærmere spesifiserer IO-behov og funksjoner for styringsnettverk.

Denne rapporten er spesifikk for Ryggedalstunnelen, og supplerer ovenfor nevnte funksjonsbeskrivelse [1] og foreløpig utgave av revidert kapittel (revisjon B) om ventilasjon [2]. Kapittel om ventilasjon i revisjon B erstatter kapittel om ventilasjon i revisjon A. Krav til luftkvalitet i tunnelen og retningslinjer for styring av ventilasjonsanlegget i Håndbok N500 er ivarettatt.

3 SYSTEMBESKRIVELSE

Ventilasjonsanlegget i tunnelsystemet er dimensjonert for toveistrafikk i ett løp. Det skal være variabel ventilasjonsretning i tunnelen og symmetriske vifter. Tunnelen skal tilrettelegges for gående og syklende. Dimensjoneringsforutsetninger og dimensjonering av tunnelen er beskrevet i rapporten A006 Brannventilasjon.

3.1 SRO-anlegg

Driftsventilasjonen styres automatisk fra luftkvalitetssensorer og vindmåler i tunnelen. Retning for driftsventilasjon og brannventilasjon bestemmes i henhold til [2]. Det er mulighet for manuell styring/overstyring fra VTS og ved nødstyrepnelet (brannventilasjon). Enkeltvifter kan styres lokalt fra tavlefront i tekniske rom. En vifte anses av SRO-anlegget å være i drift når det verifiseres at kontaktor for aktuell blåseretning har slått inn.

3.11 Vindmålere

Det skal monteres to vindmålere i tunnelen. Ved valg av ventilasjonsretning ved automatisk driftsventilasjon og automatisk brannventilasjon, benyttes én av vindmålerne. Den andre er backup, dersom den første er ute av drift.

Etter aktivering/oppstart av brannventilasjonen ved [brannalarm], og ventilasjon i auto fra VTS og nødstyrepnelet, reguleres vindhastigheten til omkring 2 m/s ved å starte/stoppe ventilatorer dersom gitte kriterier er oppfylt [2]. Vindhastigheten reguleres ved å benytte vindmåleren som viser lavest vindhastighet. Dersom kun den ene vindmåleren er tilgjengelig, benyttes denne.

Trekkretningen og vindhastigheten i tunnelen skal logges.

Vindmålerne bør monteres minst 100 m fra vifter, minst 30 m fra større endringer i tverrsnitt som nisjer og lignende og i god avstand fra skilt og andre obstruksjoner. De bør monteres minst 60 m inn fra portalene.

3.12 Luftkvalitetssensorer

Det skal monteres sensorer for registrering av NO₂, CO og PM₁₀ i tunnelene. Det plasseres en sensor for NO₂, CO og PM₁₀ ved hver portal. Krav til sensorenes egenskaper er gitt i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Krav til luftkvalitetssensorer som skal installeres i tunnelen.

Sensor	Måleområde	Minimum målenøyaktighet
NO ₂	0-2 ppm	+/- 0.1 ppm
CO	0-100 ppm	+/- 4 ppm
PM ₁₀	0-1.5 mg	+/- 0.1 mg

4 FUNKSJONER

4.1 Driftsventilasjon

Ventilasjonen skal styres i trinn på grunnlag av NO₂ og CO-målinger.

Måleverdier fra NO₂- og CO-sensorene, samt vindmålerne, skal være "glattet" (gjennomsnittsmåling) for å hindre unødige korte start/stopp sekvenser. Tidsintervall for beregning av gjennomsnittsmåling skal kunne justeres fra 5 sek til 300 sek for NO₂- og CO-sensorene. For vindmålerne anbefales det å beregne gjennomsnittet over 5 sekunder. Parameteren må være justerbar.

Tidspunkt for eventuell feilmelding loggføres for den enkelte vifte.

4.11 Tunnel åpen for gang- og sykkeltrafikk

I Tabell 4-1 vises foreslått styringstabell for tunnel åpen for gang- og sykkeltrafikk. Styringstabellen har fire ventilasjonstrinn inkludert ett alarmtrinn (trinn 2). I tillegg er også måleverdier ved «alarm» vist, som tilsvarer grenseverdiene for tunnel med kun motoriserte kjøretøy. Det er foreslått startverdier, antall vifter i drift og ettergangstid for hvert ventilasjonstrinn. Disse verdiene skal kunne justeres. Startverdiene er gitt for sensorer plassert 350-500 meter inn fra portalene [4]. Startverdiene må korrigeres dersom sensorene plasseres et annet sted i forhold til portalene. Verdiene for «alarm» må også korrigeres.

Begrunnelse for styringstabellenes oppsett er beskrevet i rapport A006 «Brannventilasjon».

Antall vifter og startverdiene for de fire trinnene må justeres slik at ventilasjonen blir mest mulig effektiv og forhindrer at alarmtrinnet (trinn 2) nås ved normale driftsforhold. Alarmtrinnet tar hensyn til kravene til luftkvalitet for gående og syklende i tunnelen gitt av håndbok N500 [3]. Det anbefales derfor at startverdiene for alarmtrinnet ikke endres.

Det er viktig at nye ventilasjonsanlegg følges nøye opp et par måneder etter åpning av tunnelen med justering av ettergangstidene for den virkelige trafikksituasjonen [4]. Ettergangstiden bør være tilstrekkelig til at man unngår hyppig start og stopp av ventilasjonsanlegget, men så lav som mulig for å unngå at viftene brukes unødvendig mye.

Det anbefales at tunnelen stenges automatisk etter en forhåndsdefinert tid ved alarmtrinnet (trinn 2). Denne tiden skal være individuelt justerbar for hver enkelt komponent og kunne justeres i PLS. Foreslåtte default verdier for alarmtrinnet er gitt i Tabell 4-2. Tid til stenging nedjusteres etter innkjøringen av anlegget, når det ses at luftkvaliteten i tunnelen raskt blir bedre ved aktivering av alarmtrinnet. En utvidet tid til stenging for alarmtrinnet i innkjøringsfasen er akseptabelt forutsatt at startverdien for NO₂ på trinn 3 er satt til maksimalt 1,2 ppm. NO₂-nivået i tunnelen tilsvarer da dagens grenseverdi for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet i Norge [6]. Denne gjelder for en arbeidsdag på 8 timer. I Tabell 4-2 vises også tid til stenging ved «alarm» gitt av [1].

PM₁₀-målinger benyttes kun til monitorering. Det må avklares med byggherre om gassalarm skal gis for PM₁₀. Alarmnivå for PM₁₀ er gitt i Tabell 4-3. Alarmnivået for trinn 2 (alarmtrinn) er foreslått nivå, det må avklares med byggherre og være justerbart.

Tabell 4-1: Styringstabell for tunnel åpen for gang- og sykkeltrafikk.

Ventilasjonstrinn	Måler ved portal		Antall vifter i drift	Ettergangstid (min)
	NO ₂	CO		
	ppm	ppm		
1	0.48	15.0	1	11
2 (alarmtrinn)	0.70	25.0	2	8
3	1.00	35.0	6	5
4	1.30	45.0	12	4
Alarm	1.50	50.0		

Tabell 4-2: Tid for forsinkelse av stenging for alarmtrinn (trinn 2) og «alarm». Tiden for alarmtrinnet (trinn 2) anbefales justert ned etter innkjøring av ventilasjonsanlegget.

	NO ₂	CO
Trinn 2 (alarmtrinn)	60 min	60 min
Alarm	15 min	0 min

Tabell 4-3: Alarmnivå for konsentrasjon av PM₁₀ for alarmtrinn (trinn 2) og «alarm».

	Måler ved portal
Trinn 2 (alarmtrinn)	0,5 mg/m ³
Alarm	1 mg/m ³

4.12 Tunnel åpen for kun motoriserte kjøretøy

I tabell 4-4 vises foreslått styringstabell for tunnel åpen for kun motoriserte kjøretøy. Styringstabellen har fire ventilasjonstrinn. I tillegg er det vist målerverdier ved «alarm», som tilsvarer grenseverdiene for tunnel med kun motoriserte kjøretøy. Det er foreslått startverdier, antall vifter i drift og ettergangstid for hvert ventilasjonstrinn. Startverdiene er gitt for sensorer plassert 350-500 meter inn fra portalene[4]. Startverdiene må korrigeres dersom sensorene plasseres et annet sted i forhold til portalene. Verdiene for «alarm» må også korrigeres.

Startverdier, ettergangstid og antall vifter i drift på hvert ventilasjonstrinn skal kunne justeres slik at ventilasjonen blir mest mulig effektiv. Det er viktig at nye ventilasjonsanlegg følges nøye opp et par måneder etter åpning av tunnelen med justering av ettergangstidene for den virkelige trafikksituasjonen [4]. Ettergangstiden bør være tilstrekkelig til at man unngår hyppig start og stopp av ventilasjonsanlegget, men så lav som mulig for å unngå at viftene brukes unødvendig mye.

PM₁₀-målinger benyttes kun til monitorering. Det må avklares med byggherre om gassalarm skal gis for PM₁₀. Alarmnivå for PM₁₀ er gitt i Tabell 4-5.

Tabell 4-4: Styringstabell for tunnel åpen for kun motoriserte kjøretøy.

Ventilasjonsstrinn	Måler ved portal		Antall vifter i drift	Ettergangstid (min)
	NO ₂	CO		
	ppm	ppm		
1	0.8	15.0	4	6
2	1.0	25.0	6	5
3	1.2	35.0	8	4
4	1.4	45.0	12	4
Alarm	1.5	50.0		

Tabell 4-5: Alarmnivå for konsentrasjon av PM₁₀

Måler ved portal
1 mg/m ³

4.2 Brannventilasjon

Det finnes to brannplaner; brannplan 1 og brannplan 2. Brannplan 1 for ventilasjonsretning mot Sortland, og brannplan 2 for ventilasjonsretning mot Bø. Hver brannplan har fire ventilasjonsstrinn tilgjengelig. Ved aktivering/oppstart av brannventilasjonen ved [brannalarm], og ventilasjon i auto fra VTS og nødstyrepanel, settes trinn 1 på. Eventuelle vifter i tunnelen som blåser i motsatt retning av aktivert ventilasjonsretning skal slås av.

I tabell 4-6 og Tabell 4-7 er antall vifter i drift ved hvert trinn gitt, samt viftenes blåseretning, for henholdsvis brannplan 1 og 2.

Det anbefales å sette parameteren «BrannventRetning», som gir predefinert retning dersom vindmåler er utilgjengelig, mot Bø. Dette avklares med byggherre.

Tidspunkt for eventuell feilmelding loggføres for den enkelte vifte.

Brannplan 1

Tabell 4-6: Brannplan 1: For ventilasjonsretning mot Sortland.

Trinn	Vifter i drift	Blåseretning
1	4	Mot Sortland
2	6	Mot Sortland
3	9	Mot Sortland
4	12	Mot Sortland

Brannplan 2

Tabell 4-7: Brannplan 2: For ventilasjonsretning mot Bø.

Trinn	Vifter i drift	Blåseretning
1	4	Mot Bø
2	6	Mot Bø
3	9	Mot Bø
4	12	Mot Bø

5 INNREGULERING

Det skal gjennomføres innregulering av anlegget, etter at test av elektro og SRO-anlegget er gjennomført.

5.1 Innregulering av vindmålere

Vindmålerne skal kalibreres etter montering. Kalibreringen skal gjennomføres for å kontrollere at målerne viser representativ verdi for faktisk hastighet i tverrsnittet der målerne er montert. Eventuell nødvendig korreksjonsfaktor skal inkluderes i styringssystemet. For å fastsette gjennomsnittlig strømningshastighet i tverrsnittet, benyttes prosedyre gitt i NS-EN ISO 5802 «Industrivifter Ytelsesprøver på stedet»

5.2 Innregulering av brannplaner

Det må gjennomføres innregulering av begge brannplanene. Hver brannplan skal testes. Ved denne testen skal det kontrolleres at riktig antall vifter går og at de blåser i riktig retning. Alle 4 ventilasjonstrinn testes. Det må kontrolleres at parameter for registrert trekkretning aktiverer brannplan med riktig blåseretning hos viftene (samme som registrert trekkretning).

5.3 Innregulering av driftsventilasjon

Det skal gjennomføres innregulering av styringen av driftsventilasjon. Hvert ventilasjonstrinn i styringstabellen skal testes. Det skal kontrolleres at riktig antall vifter går og at parameter for registrert trekkretning aktiverer ventilasjon med riktig blåseretning hos viftene (samme som registrert trekkretning).

6 REFERANSER

- [1] Funksjonsbeskrivelse for automatikk i tunneler, rev. A, 2016-10-25.
- [2] Foreløpig utgave revidert kapittel om Ventilasjon, Funksjonsbeskrivelse for automatikk i tunneler, rev. B, 2017-06-01, mottatt 2018-04-05.
- [3] Håndbok N500 Vegtunneler, Statens vegvesen, 2016.
- [4] Håndbok V520 Tunnelveileder, Statens vegvesen, 2016.
- [5] NS-EN ISO 5802:2008 Industrivifter Ytelsesprøving på stedet. Standard Norge
- [6] Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer. Arbeidsdepartementet 6. desember 2011 nr. 1358, endringsforskrift av 20. desember 2017 nr. 2353.