

Rapport

Brannforsøk i avløpssystem
for vegtunnel

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1030



Tittel
Rapport

Title

Undertittel
Brannforsøk i avløpssystem
for vegtunnel

Subtitle

Forfatter

Author

Avdeling

Department
Financial and Administrative Support

Seksjon
Utarbeidet av Norconsult

Section
Visual Communication

Prosjektnummer

Project number

Rapportnummer
1030

Report number
1030

Prosjektleder

Project manager

Godkjent av

Approved by

Emneord

Key words

Sammendrag

Summary



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Stig Magnus Berg-Thomassen, Statens vegvesen
Ole Pedro Myklebostad, Statens vegvesen
Rådgiver: Dag Ivar Fjeldberg, Norconsult
Oppdragsleder: Lene Bøkseth Jermstad, Norconsult
Fagansvarlig: Jens William Bjerkelund, Norconsult
Andre nøkkelpersoner: Are Wendelborg Brandt, Are Brandt Consulting

J01	2024-12-08	Brannforsøk i avløpssystem for vegtunnel	Dag Ivar Fjeldberg	Jens W. Bjerkelund	Jens W. Bjerkelund
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

I forbindelse med oppgradering av et stort antall tunneler på europa- og fylkesvegnettet har det vært ønskelig å avklare en rekke tema tilknyttet risikoen med seriekoblet avløpssystem og i hvilken grad brennende væske kan spre seg fra et sandfang til neste. Statens vegvesen initierte derfor i 2022 en utredning for å få økt kunnskap om relevante risikoforhold, samt kunnskap om mulige sikkerhetstiltak.

Denne rapporten omhandler, og er begrenset til, risikoen for brannspredning i seriekoblet avløpssystem. Rapporten omhandler ikke dagens løsning i N500:2024, eller risikoen som relaterer seg til giftig-, etsende eller eksplosiv atmosfære. Det har heller ikke vært del av prosjektet å definere konkrete akseptkriterier tilknyttet farlig godshendelser.

Arbeidet ble organisert av en styringsgruppe bestående av representanter fra Statens vegvesen og Vegdirektoratet. Arbeidsgruppen besto av representanter fra Norconsult, RISE Fire Research og Are Brandt Consulting.

Gjennom prosjektet har RISE Fire Research i Trondheim gjennomført 11 storskalaforsøk. I forbindelse med forprosjektfasen ble det gjennomført en litteraturstudie og innhentet informasjon fra pågående tunnelprosjekter. Det ble også konkretisert 16 undertema som var ønskelig å svare ut. Disse undertemaene relaterte seg blant annet til nødvendigheten av dykker og branntettemiddelet, slukets utforming og materialbruk. Det ble utarbeidet en test-matrise for å sikre ivaretagelse av nødvendige parameter-variasjoner.

Test-riggen ble bygget i storskala og med gjenkjennbare løsninger fra ulike tunnelprosjekter. Det ble valgt et test-opplett som sikrer et konservativt utgangspunkt.

Testene ga en god forståelse av hvordan brannspredning skjer mellom sandfang, og viste blant annet at man raskt vil få spredning dersom det i tennkummen ikke er påmontert dykker. Testene viste også at plastdykker raskt vil kunne ta skade og at denne løsningen frarådes i ordinære seriekoblede avløpssystem. Det samme være seg dykker i støpejern og med stakeluke av plast.

Testene viste at det vil være tilstrekkelig med oksygen via sandfangets sluk alene til å opprettholde en brann. Under ideelle brannforhold i sandfanget vil en væskebrann med bensin brenne med ca. 0,5 cm/minutt. Høyden mellom dykkerens innløp og utløp vil derfor ha stor betydning for tiden det tar for brannspredning. På testene ble det benyttet dykker med avstand 23-30 cm. Det anbefales ikke at denne lengden reduseres.

Dykkeren vil opprettholde sin funksjon, dersom den er intakt og ikke faller ut av sandfanget og rørforbindelsen. Lengden på den delen som er tilkoblet vaskevannsledningen, innstikket, er derfor viktig, og bør ha en lengde på minst 20-30 cm.

Testene viste at branntettemiddelet ikke vil ha noen avgjørende funksjon, dersom dykkerens funksjon er intakt. Gummipakningens materialer og utforming anses å være tilstrekkelig, slik det praktiseres i dag. Det anses ikke som nødvendig å benytte branntettemiddel eller annen brannbeskyttelse for å beskytte pakningen.

Testene viste også at en brann vil skade både kum og rørdeler på en slik måte at utskiftninger er nødvendig etter en langvarig brann.

Innhold

1	Bakgrunn	4
2	Organisering av prosjektet	5
3	Problemstilling og systemoppsett	6
3.1	Problemstilling	6
3.2	Momenter som skal svares ut	6
3.3	Parameter-variasjoner	7
3.4	Kunnskap fra reelle tunnelprosjekter	8
3.5	Oppbygning av test-rigg og gjennomføring	8
4	Målsetning med de ulike testene	11
5	Observasjoner fra testene	13
6	Norconsults betraktninger og anbefalinger	15
6.1	Hvordan brannspredning oppstår mellom sandfang	15
6.1.1	<i>Illustrasjon av forløp med brannspredning mellom sandfang</i>	16
6.2	Viktigste tiltak for å hindre brannspredning	18
6.2.1	<i>Løsninger som frarådes</i>	19
6.3	Branntettemiddelets betydning og gummipakningens brannmotstand og funksjon	19
6.4	Slukets betydning for brann i sandfang	20
6.5	Rørtilkobling	20
6.6	Sandfang	21
7	Konklusjon	22
8	Referanser	23
Vedlegg A	Underlag for forprosjekt og testoppsett	24
A.1	Vedlegg 1 - Relevante krav i tunnelsikkerhetsforskriften	24
A.2	Vedlegg 2 - Føringer fra vegnormal N500:2022	25
A.3	Vedlegg 3 - Eksempel på seriekoblet løsning	27
A.4	Vedlegg 4 - Eksempel på avløpsløsning N500:2022	28
A.5	Vedlegg 5 - Varianter av ulike typer sluk	29
A.6	Vedlegg 6 - Varianter av ulike typer dykker	30

1 Bakgrunn

Et stort antall tunneler, både på europa-, riks- og fylkesvegnettet, skal oppgraderes for imøtekommelse av Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften) og Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse tunneler på fylkesvegnettet og kommunalt vegnett i Oslo (tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesveg m.m.).¹

Tunnelsikkerhetsforskriften angir overordnede funksjonskrav for avløp i tunneler der det er tillat å frakte farlig gods, herunder brannfarlige og giftige væsker.

I tunneler prosjektert etter vegnormal N500:2024 [1], skal brannfarlige og giftige væsker ledes i lukket avløpssystem til oljeutskiller. I sandfang skal det være påmontert brannsikker dykker, med hensikt å forhindre at eventuell antent væske skal kunne spres i rørsystemet.²

For et større antall eldre tunneler, som er bygget i samsvar med tidligere utgaver av Vegnormal N500 (Håndbok 021), består derimot eksisterende avløpssystem av seriekoblede sluk og sandfang, uten hverken dykker på innløp eller utløp. Det har vært noe usikkerhet om denne løsningen ivaretar tunnelsikkerhetsforskriftens krav.

Erfaring fra prosjekter viser at det også er noe usikkerhet vedrørende utforming og materialvalg på ulike komponenter og branntetningsmiddel, og i hvilken grad brennende væske vil kunne spre seg fra et sandfang til neste.

Statens vegvesen initierte derfor i 2022 en utredning for å få økt kunnskap om:

- risiko tilknyttet seriekoblet sluk- og sandfangløsning,
- mulige sikkerhetstiltak for imøtekommelse av tunnelsikkerhetsforskriftens krav for seriekoblet sluk- og sandfangløsning,
- utforming på komponenter og materialvalg.

En sentral målsetning med prosjektet har vært å skape en god forståelse av dynamikken av brennbar væske i rør- og sandfangløsning, og på den måten også få et godt faglig diskusjonsgrunnlag som kan benyttes i fremtidige løsninger. En forutsetning var at prosjektet skulle bygge på en vitenskapelig tilnærming og forsøk.

Det var ønskelig å benytte en objektiv og anerkjent aktør i forskningsmiljøet, og valget falt på RISE Fire Research (RISE) i Trondheim. Det ble gjennomført litteraturstudie og 11 storskala brannforsøk. I etterkant av forsøkene utarbeidet RISE en sluttrapport [2] som objektivt presenterer de observasjoner og erfaringer som ble gjort ved testene.

Norconsult gjør i dette dokumentet betraktninger på grunnlag av rapporten til RISE og vurderer videre løsninger som kan benyttes i tunnelprosjekter med seriekoblet avløpsløsning.

Ved behov for ytterligere informasjon om gjennomføring og resultater fra hver av testene hos RISE, vises det til rapport Test av brannspredning i dreneringssystem i tunneler, rapportnummer 20670-2.

¹ Relevante krav fra både forskrift og Vegnormal er samlet og presentert i vedlegg i denne rapporten. For eksisterende tunneler relaterer problemstillingene i stor grad til pkt. 2.6 i tunnelsikkerhetsforskriften. For nye tunneler er relevante føringer presentert i Vegnormal N500, pkt. 9.2.3 og pkt. 9.2.4.

² Som vedlegg presenteres løsning for avløpssystem presentert i vegnormal N500:2022.

2 Organisering av prosjektet

Prosjektet har vært organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra Statens vegvesen og Vegdirektoratet.

Styringsgruppen besto av:

- Stig Magnus Berg-Thomassen, prosjektsjef, utbyggingsdivisjonen, Statens vegvesen
- Ole Pedro Myklebostad, sjefingeniør, drift- og vedlikeholdsdivisjonen, teknologiavdelingen, Statens Vegvesen
- Kenneth Lyngsgård, senioringeniør, praktisk tunnelforvalter drift vest 1, drift- og vedlikehold, Statens vegvesen
- Bjørn Arild Fossåen, sjefingeniør, fagspesialist tunnel, konstruksjonsteknikk, Vegdirektoratet

RISE i Trondheim ble engasjert av Norconsult for gjennomføring av litteraturstudie og praktiske storskala-forsøk. RISE har også utarbeidet sluttrapport tilknyttet testene.

Norconsult har fungert som prosjektkoordinator gjennom de ulike prosjektfasene. I tillegg har Norconsult utarbeidet forprosjekt-rapport [3] i tilknytning til de praktiske testene og vurderingsnotat (dette dokumentet).

Are Brandt Consulting (ABC) har vært en underleverandør til Norconsult, og fungert som veileder gjennom de ulike fasene. Are W. Brandt har mange års relevant erfaring fra storskala brannforsøk.

Det er avholdt jevnlig koordineringsmøter med styringsgruppen både i forprosjektfasen og i test-gjennomføringen.

3 Problemstilling og systemoppsett

Denne rapporten begrenser seg til problemstillinger tilknyttet brannspredning mellom sandfang. Rapporten er en delleveranse av et større hovedprosjekt som har målsetning om å svare ut relevante spørsmål vedrørende risiko tilknyttet seriekoblet avløpssystem i vegtunneler. Resterende problemstillinger blir presentert i egne sluttrapporter. Dette er tema som blant annet omhandler sluk- og vegbanens evne til å samle opp væske og risikoen med avdampning fra giftige væske til tunnellopet.

Prosjektet har ikke som mål å definere eller foreslå akseptkriterier ved farlig godshendelser. Det er allikevel vurdert som nødvendig å legge noen forutsetninger til grunn for arbeidet med gjennomføringen av prosjektet.

Nedenfor presenteres avklarte forutsetninger, som danner grunnlaget for de problemstillingene som søkes vurdert gjennom prosjektet.

Forutsetninger

Følgende forutsetninger og akseptkriterier er lagt til grunn for det videre arbeidet.

- A. Brennende væske skal ikke kunne spres fra et sandfang til et annet.
- B. Det er akseptabelt at det brenner i sandfang, så lenge den brennende væsken ikke kan spres videre (via avløpssystemet) til neste sandfang. Brennende væske i vegbane (nærliggende til sandfang) anses som langt høyere risiko.
- C. Det er akseptabelt at brannfarlig væske (ikke antent) kan spres mellom sandfang i avløpssystemet, dersom ventilasjonstiltak eller andre forhold påviselig forhindrer eksplosiv blanding i tunnellopet.
- D. Det er akseptabelt at giftig væske spres i avløpssystemet dersom fordampning av giftigheten påviselig er under toksisk dose.
- E. Brannfarlige og giftige væsker vil fanges opp ved tunnelens utløp, og ikke ledes til resipient.
- F. Lokale forurensninger og skader i tunnelen etter brann eller farlig gods-utslipp anses som akseptabelt. Det vurderes at det ikke er trafikanter i tunnelen på dette tidsrommet og uønsket væske vil håndteres på en forsvarlig måte.

3.1 Problemstilling

Hovedproblemstillingen i prosjektet er:

I hvilken grad kan brennende væske spre seg fra et sandfang til neste?

3.2 Momenter som skal svares ut

Temaene under er hentet fra forprosjektrapporten, og beskriver momenter som var ønskelig å svare ut som en del av testingen.

Dykker

1. I hvilken grad dykker på utløp har betydning for brannspredning mellom sandfang.
2. I hvilken grad dykker på innløp har betydning for brannspredning mellom sandfang.
3. Om dykker på både innløp og utløp vil ha innvirkning på brannspredning mellom sandfang.
4. Om dykker må ha en spesiell utforming for at den skal fungere som tiltenkt.
5. Om brannmotstand (på godset) er hensiktsmessig for ulike dykkere.

Branntetningsmiddel/pakning

6. Hvilke krav til branntetningsmiddel/pakning (mellom dykker og sandfang) som er hensiktsmessig.

Sluk

7. Om utforming av sluk (innløp til sandfang fra vegbanen) vil ha nevneverdig betydning for branneeffekten.

Rørtilkobling – vaskevannsledning/overvannsledning

8. Om diameter på ledningen har betydning for brannspredning mellom sandfang.
9. Om prosentvis fall på ledningen har betydning for brannspredning mellom sandfang.
10. Om utforming av ledningen, eksempelvis perforering (kombinert drensledning), har betydning for brannspredning.
11. Om valg av materiale på overvann- og/eller drensledning har betydning for brannspredningen.
12. Om lekkasje-/strømningsraten (flowraten) har betydning for brannspredning mellom sandfang. (Her menes væsken som renner mot og gjennom sluket)
13. Om høye temperaturer på dykker vil kunne antenne ikke-antent væske i sandfang.

Sandfang

14. I hvilken grad størrelsen på sandfang har innvirkning på brannspredningen
15. I hvilken grad størrelse på sandfang har innvirkning på brannutvikling i kummen.
16. Om mengden ikke-brennbar væske i sandfang vil ha betydning for brannscenariet i kum.

3.3 Parameter-variasjoner

Det ble vurdert som hensiktsmessig å studere følgende parametervariasjoner i gjennomføringen av testene:

- Lekkasje-/strømningsrate (flowrate) på brennende væske.
- Eksponeringstiden av brann på dykker, branntetningsmiddel/pakning, vaske- og drensledning.
- Rørdimensjoner
- Vinkel (fall) på rør mellom sandfang
- Størrelse på sandfang
- Utforming av sluk ned til sandfang
- Type dykker
- Branntetningsmiddel/pakning

Følgende utstyrskomponenter skal testes i prosjektet:

- Sluk:
 - Type 1: Kantsteinsluk, type Oslo rennestensluk
 - Type 2: Kjeftsluk
 - Type 3: Ristlokk/kuppelrist

- Dykker:
 - Type 1: Dykker av støpejern
 - Type 2: Dykker av plast
- Branntetningsmiddel og pakning (mellom dykker og sandfang):
 - Type 1: Brannmørtel
 - Type 2: Innstøpt med standard mørtel
 - Type 3: Standard gummipakning

Som vedlegg finnes bilder av de ulike løsningene.

3.4 Kunnskap fra reelle tunnelprosjekter

I forprosjektfasen ble det i innhentet informasjon fra 28 pågående tunneloppgraderingsprosjekter. Det var nødvendig å få oversikt over variabler tilknyttet seriekoblede avløpsløsninger som er benyttet, slik at av test-riggens oppbygning blir tilstrekkelig representativ.

Kunnskap fra prosjektene viste at:

- Vaskevannsledning og drenerledning er som oftest adskilt som to ulike rør
- Dimensjon på drenerør er normalt mellom 150 – 250 mm
- Dimensjon på vaskevannsledning er normalt mellom 150 – 160 mm
- Størrelse på sandfang: $\varnothing 650$ – 1000 mm
- Avstand mellom kummer: normalt 60 – 200 meter.

Den mest brukte slukløsninger er kantstensluk (Oslo rennestensluk), kjeftsluk (avvisende kjeftsluk med frontlist) og ristlokk (åpen sirkulær). Bilde fra modellene er å finne som vedlegg i rapporten.

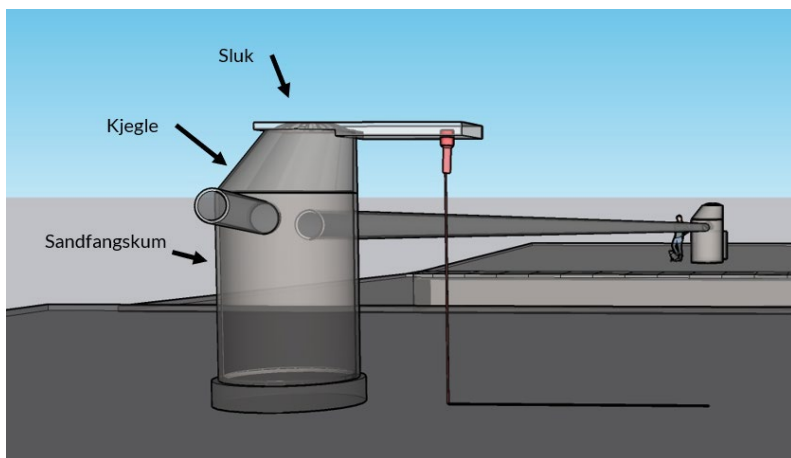
3.5 Oppbygning av test-rigg og gjennomføring

Valg av løsning for test-oppsettet ble gjort på grunnlag av innhentet informasjon fra pågående tunneloppgraderingsprosjekter, innspill fra fagekspertise i Statens vegvesen og vurderinger i prosjektgruppen.

Test-riggen besto av to sammenkoblede sandfangkummer med rørdimensjon 150 – 250 mm. Avstanden mellom sandfangkummene var 40 meter. Sluk med kjent materiale og utforming ble benyttet i de fleste av testene.

På tennkummen (kum 1) var det montert på et tilluftsrør og på targetkummen (kum 2) var det montert på et utløpsrør i tilknytning til et oppsamlingsbasseng for væske. På flere av testene fungerte begge disse rørene som tilluftsrør. I flere av testene ble røret som forbinder de to sandfangene brannbeskyttet med våt isolasjon ca. 60 cm ut fra sandfanget, for å oppnå lignende forhold som nedgravd løsning. Altså ikke påvirket av flammer ut av kummens topp/sluk.

I det fleste av testene ble bensin benyttet som brennbar væske. Væsken ble antent før den ble ledet ned i tennkummen (kum 1). Forsøkene ble avsluttet kort tid etter antennelse i targetkum (kum 2) eller at det ble vurdert som ikke mulig med brannspredning i systemet.



Figur 1 Bildet er hentet fra sluttrapport til RISE Fire Research. Bildet viser test-rigg med tennkum og targetkum.

Alle testene ble gjennomført med:

- Kumstørrelse: diameter 1000 mm, høyde 1580 mm, tykkelse 100 mm.
- Betongkjegle montert på toppen av kummen. Åpning 650 mm.
- Avstand mellom kummene: 40 meter
- Fall på røret mellom kummene: 2 %
- Gummipakning mellom rør og sandfang.
- Avstand fra innløpet på dykker til dykkerens utløp var 23-30 cm.

Det ble valgt løsninger i test-oppsettet som sikrer et konservativt utgangspunkt. Det anses som eksempelvis større sannsynlighet for brannspredning i:

- Kort rørlengde (40 meter), kontra lengre rørlengde (80 meter eller lengre).
- Lavt prosentvis fall, kontra høyt prosentvis fall.
- Stor rørdimensjon, kontra liten rørdimensjon.

Bensin ble brukt i 10 av 11 tester og anses som mest representativt. Det transporteres store mengder bensin på veg, samtidig som væsken har høy brannenergi. Påfyllingsraten av bensin i targetkum varierte normalt mellom 20 – 30 liter/minutt. I en av testene (test 4) var påfyllingsraten 80 liter/minutt. Størrelsen på sandfangkummene ble vurdert til ikke å utgjøre særlig betydning for potensialet for brannspredning.

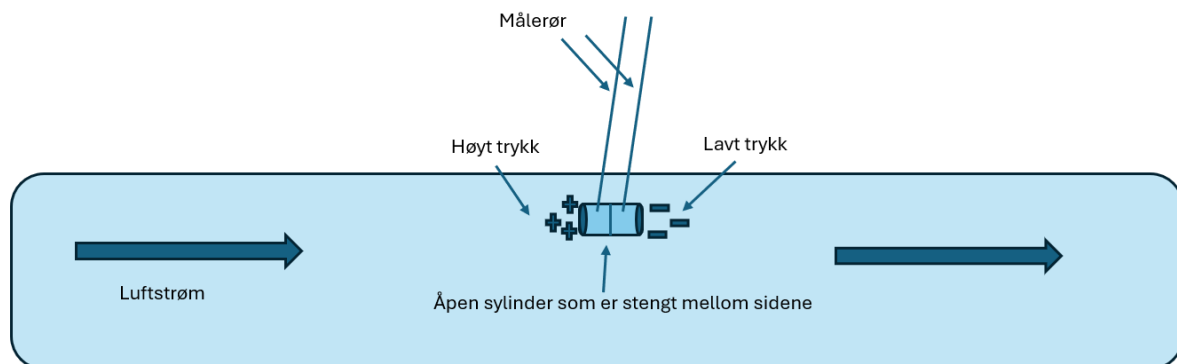
Mengden brennbarvæske ble begrenset til å fylle opp kum 1, og sørge for at væske rant over til kum 2 i tilstrekkelig grad til å skape en brannfarlig atmosfære i både rør og kum 2.

Det er kartlagt at vaskevannsledning og drensledning i noen tunneler er i en og samme løsning. I slike tilfeller er også røret perforert for å kunne samle opp vann fra fjellet. Det tas utgangspunkt i at perforert rør ikke øker sannsynligheten for brannspredning mellom sandfang. Perforerte drensledning vil inneholde oppsamlet vann fra fjellveggen, som reduserer risikoen for brann. Ved slike løsninger må det imidlertid forventes at spredning kan skje til grøft, dvs. en mulig lokal forurensningsfare.

På kum 2 (targetkummen) var det ikke påmontert dykker på utløpet, men utløpsrøret kunne stenges for å simulere dykket utløp. Løsningen var tenkt som den siste kummen som mottar brennbar væske ved et utslipp, og mengden væske kan da være mindre enn at dykker blir neddykket. Derfor denne muligheten i kum 2.

For å kunne få god forståelse av dynamikken i avløpssystemet ble det foretatt ulike målinger underveis i testene. Følgende måleinstrumenter (instrumentering) var tilknyttet test-riggen.

- Termoelement for å måle varme.
- Platetermometer for å måle temperaturpåvirkning utenpå kummen og for å estimere varmestrålingen.
- Bidireksjonale prober for å måle luftstrøm ned i kummen og i røret.
- Coriolis massestrømmåler for å finne hastighet og mengde på væsken gjennom røret.



Figur 2 Med en bidireksjonal probe kan man finne luftstrømmenes hastighet ved å måle trykkforskjellene på proben. Illustrasjonen er sendt fra RISE Fire Research.

Oversikt over testresultater og hvilke løsninger som ble benyttet fremkommer i figur 2. I de neste kapitlene utdypes hva som var målsetningen med hver av testene og oppsummerte resultater. For mer detaljert informasjon henvises det til sluttrapporten som er utarbeidet av RISE.

4 Målsetning med de ulike testene

Nedenfor presenteres hovedmålsetningen med de ulike testene. Resultater fra hver av testene ble evaluert fortløpende før videre testing ble igangsatt. Noen tilpasninger ble gjort underveis. Dette var nødvendig for sikre at målsetningen for prosjektet ble oppnådd.

- Test 1: Erfare om man kan få brannspredning mellom sandfang når dykker ikke er benyttet.
- Test 2: Erfare om man kan få brannspredning mellom sandfang uten bruk av dykker, men med mindre diameter på røret, enn det som ble benyttet i test 1.
- Test 3: Erfare om man kan få brannspredning mellom sandfang med bruk av plastdykker på utløp.
- Test 4: Erfare om man kan få brannspredning med bruk av plastdykker i tom kum og med større utslipp, med opptil 80 liter/minutt.
- Test 5: Erfare om man kan få brannspredning mellom to sandfang med bruk av dykker i støpejern m/ hengslet stakeluke av stål. Bensin blir benyttet som brennbar væske.
- Test 6: Erfare om man kan få brannspredning mellom to sandfang med bruk av dykker i støpejern m/ hengslet stakeluke av stål. Samme forutsetninger som i test 5, men i denne testen ble det i stedet benyttet diesel.
- Test 7: Erfare om man kan brannspredning mellom sandfang med dykker i støpejern og stakeluke av plast.
- Test 8: Erfare om man kan få brannspredning mellom sandfang med lukket innløp, dvs. simulere at utløp på oppstrøms sandfang er dykket eller en løsning uten innløp i sandfang (som N500 beskriver). Bruk av støpejernsdykker (med stakeluke i stål), kjeftsluk og med 250 mm rørdimensjon mellom sandfangene.
- Test 9: Erfare om man kan opprettholde brann i kum (tennkum) uten oksygentilførsel fra innløpsrør, men kun fra sandfangets kum-åpning (uten påmontert sluk). Forlengelse av test 8 med stor tilluftsåpning når sluk er fjernet.
- Test 10: Erfare om man under samme forhold som i test 9 kan opprettholde brann i kummen (tennkummen) med påmontert Oslo rennestensluk. Altså avklare om et slikt sluk vil begrense lufttilgangen.
- Test 11: Erfare hva som vil skje med gummipakningen (mellom rør og sandfangkum) etter en hel times kraftig brannpåvirkning. Det var også ønskelig å få erfaring med hvor lang tid det vil ta for bensin å brenne ned under dykkerens innløp, ved optimale ventilasjonsforhold - altså raskest mulig forbrenning.

I tillegg til den presenterte hovedmålsetning fikk følgende tema oppmerksomhet/fokus i hver av testene:

- A. Tilstand på gummipakning og dykker.
- B. Hvordan endrede variabler påvirker potensialet for brannspredning.

RISE TESTRAPPORT

Rapportnr. 20670-2 Versjon 1 Dokumentklassifisering Fortrolig Side 113 av 115

Tabell 14-1 Sammenstilling av tester utført.

	Brenslet		Sluk		Dykkert			Lekkasje			Kumfylling		Rørdimensjon			Tettemiddel/pakning		Spredning
	Bensin	Diesel	Oslosluk	Kjeftsluk	Støpejern	Plast	Ingen	Liten	Middels	Stor	Full	Tom	150	200	250	Branntetting	Gummi	
Test1	x			x			x	x			x				x	x	x	Ja
Test2	x			x			x	x			x		x			x	x	Ja
Test3	x			x		x		x				x	x			x	x	-
Test4	x			x		x				x		x	x				x	Ja, etter 35 minutter
Test5	x			x	x			x				x		x			x	Ja, etter 51 minutter
Test6		x		x	x			x				x		x			x	Nei
Test7	x			x	x			x				x			x		x	Ja, etter 7 minutter
Test8	x			x	x			x			x				x		x	Nei
Test9	x				x			x			x				x		x	Nei
Test10	x							x							x		x	Nei, men mange puffinger
Test11	x				x			x			x				x		x	Ja, etter 45 minutter ¹

Figur 3 Testmatrisen er hentet fra sluttrapporten [2] til RISE Fire Research og viser plan for gjennomføring av tester.

5 Observasjoner fra testene

Innholdet i dette kapittelet er i stor grad hentet fra sluttrapporten til RISE [2]. For mer utdypende informasjon om testene og tilhørende resultater henvises det til rapportens kapittel 3 – 11.

Dykkerens betydning

Test 1 og test 2 viste at man raskt/umiddelbart vil få brannspredning mellom sandfang dersom det ikke er påmontert dykker.

Rørdimensjon

Testene 1 og 2 viste at ulike rørdimensjoner ikke har spesiell innvirkning på potensialet og graden av brannspredning.

Dykkerens materiale

Branntest 3 viste at plastdykkeren raskt tok skade (smeltet) da den ble påvirket av flammer, noe som resulterte i brannspredning mellom sandfangene.

Branntest 4 viste at den andelen av plastdykkeren som lå under væsknivået ikke tok samme skade som den flamme-eksponerte delen av dykkeren. Brannspredning skjedde da dykkeren ble tilstrekkelig skadd.

Dykker med hengslet stakeluke

Test 5 viste at man med støpejerns-dykker med hengslet stakeluke i jern vil kunne få brannspredning mellom sandfang, men at dette tar vesentlig lenger tid enn med dykker i plastmateriale. I praksis må væsknivået brenne ned i underkant av dykkerens innløp, slik at brennbare gasser og -væsker i røret kan bli antent av flammene i kummen.

Dykker med hengslet stakeluke i plast

Test 7 viste at man raskt vil kunne få brannspredning mellom sandfang med støpejerns-dykker og stakeluke i plast.

Diesel sammenlignet med bensin

Test 6 viste at risikoen for brannspredning med diesel er langt lavere enn med bensin.

Nødvendig oksygentilførsel

Test 10 viste at det vil være tilstrekkelig med oksygen via sandfangets innløp for å opprettholde en brann i sandfang. Dette ble testet med påmontert sluk (Oslos rennestensluk). I testene ble det benyttet neddykket støpejerndykker med stakeluke i jern.

Test 9 ble kjørt uten sluk, dvs. helt åpen topp, og det brant da intensivt i kum.

I test 8 ble det benyttet neddykket støpejernsdykker med stakeluke av jern. Tilluftsrøret var stengt for å simulere neddykket utløp i oppstrøms sandfang, i likhet med N500-løsning uten innløp i sandfang. Kjeftsluk ble benyttet. Det ble ikke brannspredning i denne testen, da brannen ikke greide å opprettholde seg selv med nødvendig oksygentilførsel.

Test 10 ble utført for å teste en hendelse med en annen sluktype. Resultatene viste at man kan forvente at en brann kan opprettholdes i en kum med dykket utløp og uten innløp/dykket utløp i oppstrøms kum. Det er lite tilgjengelig oksygen i slike tilfeller, og brannintensiteten kan forventes å være lav.

Hengslet stakeluke uten fastlåsning

Test 11 ble kjørt uten noen form for sluk, dvs. helt åpent i topp, og med åpent innløpsrør. Dette ble gjort for å måle maksimal nedbrenningshastighet og maksimal påvirkning på gummipakning. Her ble brannen så kraftig at undertrykket i kummen dro stakeluken i jern i åpen stilling. Dette medførte brannspredning til neste sandfang i løpet av kort tid. Det at stakeluken ble dratt i åpen stilling av undertrykk, ble imidlertid ikke observert på samme måte i tester med sluk montert.

Nedbrenningshastighet

Test 11 viste at man ved svært gode oksygenforhold i sandfang vil få nedbrenningshastighet på bensin på ca. 0,5 cm/minutt. Dette vurderes som maksimal mulig nedbrenningshastighet, og vurderes å være en konservativ verdi.

Gummipakningen brannmotstand

Test 11 viste at deler av gummipakningen som ikke blir direkte eksponert for flamme vil kunne tåle varmepåvirkning i minst 60 minutter uten å ta skade. Derimot vil deler av gummipakningen som direkte blir påvirket av flamme bli skadet. Dykker i støpejern ble som følge av dette hengende litt på skrå, men falt ikke ut.

6 Norconsults betraktninger og anbefalinger

I dette kapittelet vurderer Norconsult de observasjoner som er dokumentert av RISE og viderefører dette til konkrete anbefalinger.

6.1 Hvordan brannspredning oppstår mellom sandfang

En viktig målsetning med testene har vært å få en dypere forståelse av forutsetninger som ligger til grunn for muligheten til brannspredningen mellom seriekoblede sandfang. Det vil si sandfang med innløp.

Observasjoner underveis i testene, god instrumentering og felles evaluering etter hver test har bidratt til å få en bedre forståelse av hvorfor brannspredning skjer og hva som skal til for å motvirke dette.

I arbeidet med å finne gode løsninger er det viktig å se dette i sammenheng med hvordan et væskeutslipp foregår. Et utslipp vil være begrenset i tid og man kan anta hvor mange liter pr. minutt som vil renne ut.

Erfaring fra 11 brannforsøk:

- Erfaring fra testene viser at brannspredningen vil skje raskt mellom sandfang uten påmontert dykker.
- I et seriekoblet avløpssystem uten påmontert dykker vil brannspredning enten skje ved at røret som forbinder de to sandfangene (vaskevannledningen) fylles med antent væske, og at væskebrannen så videreføres til neste sandfang (nedstrøms), eller at antenning skjer etter at væsken har rent mellom kummene. Sandfang uten dykker kan anses som en åpen løsning med god tilgang til tilstrekkelig mengde oksygen, og ingen tiltak som hindrer brannspredning.

Selv om sandfang fylles med væske som ennå ikke er antent, vil det allikevel være potensiale for brannspredning dersom væsken i vegbanen antennes. Flammen i sandfanget vil med stor sannsynlighet antenne væsken som befinner seg i vaskevannsledningen. Dette vil skje fort når antenning skjer.

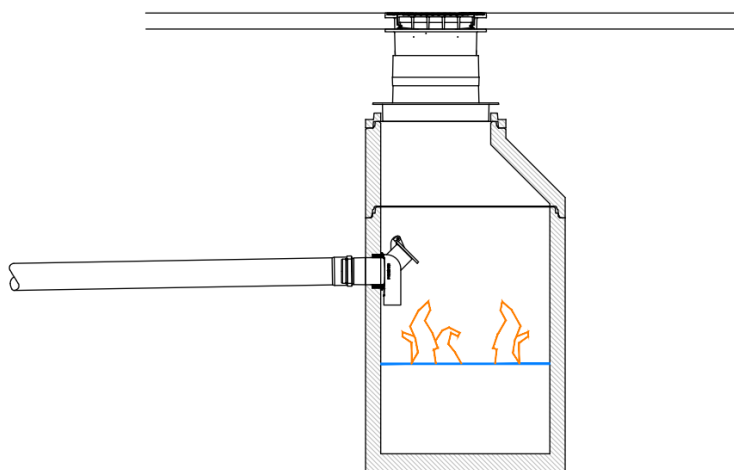
- I sandfang med påmontert dykker vil væsknivået (ved et stort utslipp) fylles gradvis over nivået av innløpet til dykkeren, dersom kummen ikke allerede er væskefylt. Selv om væsken er antent når sandfanget fylles, vil ikke brannen opprettholdes inne i dykkeren eller i rørforbindelsen. Dette fordi den nedsunkne dykkeren vil hindre tilgangen til oksygen. Det er altså væsken selv som hindrer nødvendig oksygentilførsel til røret. Væsken rundt dykkeren vil derimot brenne samtidig som mer tilført væske renner ned i sandfanget.
- Det er først når væsketilførselen fra vegbanen til sandfanget stopper, at væsknivået i sandfanget reduseres. Etter en tid vil væsknivået brenne ned under innløpet til dykkeren. Da vil det med stor sannsynlighet fortsatt være noe brennbar væske og gass i røret. I tillegg vil det da være åpning mot dykkerens innløp som tilgjengeliggjør tilstrekkelig mengde oksygen sammen med oksygentilførsel fra nedstrøms sandfang. Flammen fra den brennende væsken i sandfanget vil, når væskeflaten er brent ned på undersiden av dykkerens innløp, antenne væsken og gassen som befinner seg i røret.
- Erfaring fra testene viste at under tilnærmet ideelle forhold, som skaper kraftig brann i kum, så brenner bensin med en rate på ca. 0,5 cm/minutt. Væsknivået i sandfanget og lengde fra dykkerens innløp til utløp, vil innvirke på tiden til brannspredning mellom sandfang. Erfaring fra testene viste at brannspredningen fra et sandfang med dykker til neste sandfang vil ta over 60 minutter.

- Det vurderes at desto mindre fall, desto større sjanse er det for at det befinner seg væske i røret. Økt fall på vaskevannsledningen vil redusere væsken som befinner seg i røret, og derav risikoen for brannspredning. Hvor stor betydning dette har er imidlertid vanskelig å fastslå.
- Testene viste at det vil kunne tilføres tilstrekkelig mengde oksygen via sluket alene for å opprettholde en brann i et sandfang – uten at det kan komme oksygen via vaskevannledningen oppstrøms eller nedstrøms. Brannens intensitet blir imidlertid påvirket ved at den brenner med relativt lav intensitet. Nedbrenningstiden vil da være under 0,5 cm/min.

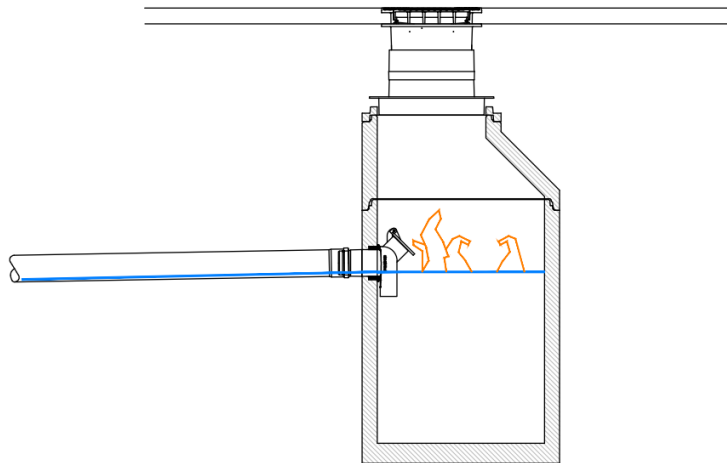
Samtidig viste testene at dersom det er oksygentilgang, enten via innløp som ikke er dykket oppstrøms eller at væsknivået er under utløpet, vil brannen hente oksygen herfra. Dette vil intensivere en antent væskebrann.

- De viktigste tiltakene for å redusere risikoen for brannspredning mellom sandfang er derfor tilknyttet utforming og materialvalg av dykkeren.
- Ved brann i sandfang vil temperaturen bli høy. Testene viste at både kum og rørdeler vil bli så skadet at det må påregnes utskifting av både kum og rørdeler. Skader på kum vil være i form av sprekker og betongskader, som gjør at kummen ikke lenger vil være helt tett.
- Erfaring viste at brannspredningen foregikk raskere med støpejernsdykker med stakeluke (lokk) i plast enn med plastdykker med plastlokk. Grunnen til dette vurderes å være at oppvarmingen av støpejernet bidrar til at plastlokket smelter raskere. Det vurderes at plastdykkeren smelter sammen med plastlokket, som bidrar til å øke tiden for brannspredning kontra støpejernsdykker med plastlokk.

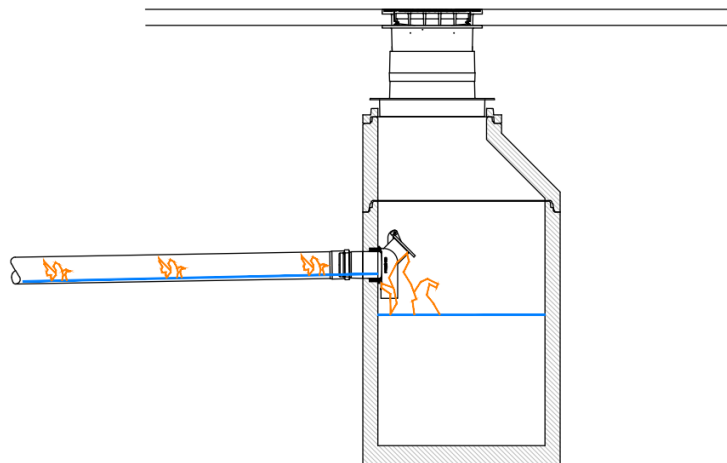
6.1.1 *Illustrasjon av forløp med brannspredning mellom sandfang*



Fase 1: Illustrasjonen viser brennende væske under dykkerens innløp. Væskebrannen kan ikke spres, fordi det ennå ikke har kommet væske i rørsystemet mellom sandfangene. Dersom væskelekkasjen fra ulykken fortsetter, vil væsknivået stige opp mot dykkerens høyde.



Fase 2: Væskeni vået har steget opp forbi dykkerens innløp og væske har kommet inn i rørsystemet mellom sandfangene. Testene har vist at brannen ikke spres til neste sandfang, dvs. at det fortsetter ikke å brenne inne i dykkeren når brennende væskeflate når dykkeren. Dette skyldes at den nedsunkne dykkeren hindrer nødvendig oksygentilførsel.



Fase 3: Når væsketilførselen fra veibanen har stoppet, så vil væsken i sandfanget fortsette å brenne. Væskeni vået reduseres da, og det vil brenne ned under dykkerens innløp. Den brennbare væsken og dampen som da befinner seg i rørsystemet vil bli antent. Det er da åpent i begge ender av røret mellom sandfangene, og det vil da være tilgang på tilstrekkelig oksygen til at brannspredningen kan forekomme.

6.2 Viktigste tiltak for å hindre brannspredning

Dette kapittelet relaterer seg til dykkeren, og svarer ut underpunkt 1-5, presentert i forprosjektrapporten, dvs. følgende punkter:

1. *I hvilken grad dykker på utløp har betydning for brannspredning mellom sandfang.*
2. *I hvilken grad dykker på innløp har betydning for brannspredning mellom sandfang.*
3. *Om dykker på både innløp og utløp vil ha innvirkning på brannspredning mellom sandfang.*
4. *Om dykker må ha en spesiell utforming for at den skal fungere som tiltenkt.*
5. *Om brannmotstand (på godset) er hensiktsmessig for ulike dykkerer.*

Som beskrevet over, vil påmontert dykker i sandfangets utløp øke tiden for spredning ved at dykkeren hindrer oksygen og antenning av væsken og gassen som befinner seg i rørforbindelsen.

Kunnskap viser også at hele dykkeren bør være i ubrennbart materiale, som støpejern, og stakeluken må forbli lukket gjennom hele hendelsesforløpet.

Desto lenger høyden er mellom dykkerens innløp til sandfangets utløp, desto lenger tid vil det ta før brannspredningen skjer. På testene ble det benyttet dykker med høyde/avstand 23-30 cm. Det anbefales ikke å redusere denne høyden.

Tiden til brannspredning vil utsettes til væskeutslippet fra ulykken har stoppet og væsken i sandfanget har brent ned under dykkerens nivå. Etter at væskeutslippet har stoppet, og det ikke tilføres mer væske til sandfanget, vil væsknivået senkes med inntil 0,5 cm/minutt ved ideelle forhold for brann.

Ved en dykkerlengde på ca. 25-30 cm kan det forventes at brannspredningen til neste sandfang først vil skje etter ca. 60 minutter eller mer. Dette som følge av at slukristen bidrar til å hindre oksygentilførsel, og at nedbrenningsraten vil bli liggende under 0,5 cm/minutt.

Dykkeren vil opprettholde sin funksjon, så lenge den er intakt og ikke faller ut av røret. Den delen av dykkeren som er stukket inn i vaskevannsledningen bør være såpass lang – ut igjennom utsparingen på sandfanget – at en forskyvning som følge av varme ikke påvirker funksjonen. I testene som ble utført var lengden på dykkerens utstikk 20-30 cm. Det anbefales at lengden ikke er kortere enn dette.

Det vurderes kun hensiktsmessig å ha dykker på utløp. Testene viser at dette i seg selv er et meget effektivt tiltak for å hindre brannspredning mellom sandfang.

6.2.1 Løsninger som frarådes

Plastdykker

Ved brann i sandfang vil en plastdykker smelte og miste sin funksjon. En slik tilstand vil skape åpen forbindelse mellom sandfang, og brannspredning vil skje raskt.

Dykker av støpejern og stakeluke av plast

Dersom det benyttes dykker av støpejern og stakeluke av plast, vil dykkerens funksjon forringes raskt ved at stakeluken smelter og man får antennelse av væske i vaskevannsrøret.

Dykker av støpejern hvor stakeluken (av støpejern) sitter løst.

Testene viste at dykker i støpejern hvor stakeluken (av støpejern) sitter løst vil potensielt kunne bidra til rask brannspredning. Faren vurderes imidlertid som lav, da det var en veldig kraftig brann som fremprovoserte at stakeluken ble «dratt» i åpen stilling av undertrykket som ble skapt tidlig i forløpet. Faren for at dette skjer vurderes som mindre enn aldrig, som vil kunne medføre at en stakeluke ikke lukkes skikkelig. Kontroll- og vedlikeholdsrutiner som sikrer at stakeluken fungerer som tiltenkt vurderes derfor som viktig. Det bør vurderes mulighet for å lage en fastlåsningsløsning som fungerer godt over tid.

6.3 Branntettemiddelets betydning og gummipakningens brannmotstand og funksjon

Dette kapittelet relaterer seg til branntettemiddel, og svarer ut underpunkt 6, presentert i forprosjektrapporten:

6. Hvilke krav til branntetningsmiddel/pakning (mellom dykker og sandfang) som er hensiktsmessig.

Testene viste at branntettemiddel ikke vil ha noen avgjørende funksjon i å hindre brannspredning mellom sandfang. Dersom dykkerens funksjon er intakt og ikke faller ut av røret, vil dykkerens funksjon i å hindre brannsprednings opprettholdes.

Dykkerens utforming, herunder tilstrekkelig langt innstikk i utløpsrøret, vil være det viktigste tiltaket for å sikre at dykkeren forblir i sin posisjon.

Gummipakningens funksjon er å skape tett løsning mellom dykker og sandfang, for å hindre lokal forurensning av væske i grunnen. Gummipakningen skal også bidra til at dykkeren over tid holdes på plass i sandfanget, og sørger for at utskiftning av dykker er mulig på en relativt enkel måte.

Erfaring fra branntestene viste at den delen av gummipakningen som er direkte påvirket av flammen fra væskebrannen vil ta skade. Testene viste imidlertid at den delen av gummipakningen som bare er indirekte varmepåvirket vil være intakt. Pakning som ligger under væskeflaten vil derfor være intakt, og hindre spredning av væske ut via utsparingen i kummen.

Testene ga ingen uønsket væskeutslipp via utsparingen mellom sandfang og dykker, på tross av at skader på gummipakningen (og røret) medførte at dykkeren hadde noe forflytning.

Det er dykkerens lengde på innstikk i utløpsrøret som i størst grad bidrar til å holde dykkeren på plass, og er det viktigste tiltaket for å sikre at væske ikke føres utenfor røret. Innstikket må ha en lengde på minst 20-30 cm.

Gummipakningens materialer og utforming anses å være tilstrekkelig, slik det er praktisert i dag. Det vurderes derfor ikke nødvendig å benytte branntettemiddel eller brannbeskyttelses middel for å beskytte pakning.

Ved oppgradering av eksisterende anlegg, og tilfeller der dykker og kum/pakning ikke matcher, må egnet løsning vurderes særskilt i hvert tilfelle. Fastgysing av dykker vil da kunne være nødvendig.

Norconsult sine vurderinger samsvarer med vurderingene presentert av RISE.

6.4 Slukets betydning for brann i sandfang

Dette kapittelet relaterer seg til sluk, og svarer ut underpunkt 7, presentert i forprosjektrapporten:

7. *Om utforming av sluk (innløp til sandfang fra vegbanen) vil ha nevneverdig betydning for branneffekten.*

Sluket har vist seg å ha en viss betydning for brannintensiteten i sandfanget, ved at sluket reduserer oksygentilgangen. Det ble observert at branner slukket med bruk av kjeftsluk, mens det brant ved bruk av andre sluk (Oslo rennestensluk). Det kan imidlertid ikke slås fast entydig at noen sluk vil hindre at brann kan oppstå. Det vil i tilfelle kreve mer spesifikk testing. Det vurderes derfor at sluktype har mindre betydning for brannforløpet, og at sluktype heller bør vurderes ut fra andre forhold, som behovet for god oppsamlingsevne av væske fra vegbanen. (Det vises til eget testprosjekt vedrørende dette temaet.)

Brannintensiteten vil påvirkes av sluket, ved at det begrenser oksygentilgangen. Brannintensiteten ved påmontert sluk forventes å være lavere enn ved en kum med helt åpen topp. Sandfang med sluk forventes å ha en nedbrenningsrat på væsken som er lavere enn de målte 0,5 cm/min, som ble målt under ideelle forhold for brann.

6.5 Rørtilkobling

Dette kapittelet relaterer seg til rørtilkobling, og svarer ut underpunkt 8-13, presentert i forprosjektrapporten:

8. *Om diameter på ledningen har betydning for brannspredning mellom sandfang.*

Testene har vist at rørdiameter, innenfor normale størrelser, ikke har noen betydning for faren for brannspredning mellom kummene.

9. *Om prosentvis fall på ledningen har betydning for brannspredning mellom sandfang.*

Dette er ikke testet, men det er vurdert at et større fall vil medføre at mindre brennbar væske ligger igjen i røret når det er brent ned under dykker, og at faren for brannspredning derav er redusert. Dette er ikke kvantifisert, men vurdert ut fra observasjoner av behov for brennbar væske i røret for at spredning skal skje.

10. *Om utforming av ledningen, eksempelvis perforering (kombinert drensledning), har betydning for brannspredning.*

Dette er ikke testet, men det vurderes å kunne ha en betydning dersom det renner vann inn i røret fra grøften. Røret kan da tømmes for brannfarlig væske, og brannspredning kan hindres. I utgangspunktet vurderes det imidlertid at det må forventes at brannspredning også vil kunne skje i slike anlegg.

11. *Om valg av materiale på overvann- og/eller drensledning har betydning for brannspredningen.*

Materialvalg på røret vurderes ikke å ha betydning. Det er tilstedeværelse av brannfarlig væske og gass i røret som avgjør om brannspredning vil skje. Type brannfarlig væske har også betydning.

12. Om flowraten/strømningsraten har betydning for brannspredning mellom sandfang.

Strømningsraten vurderes ikke å ha stor betydning for brannspredning, med mindre systemet ikke har påmontert dykker. Da vil brannspredning i et seriekoblet system kunne skje raskt over flere sandfang.

13. Om høye temperaturer på dykker vil kunne antenne ikke-antent væske i sandfang.

Det er ikke observert at dette kan skje. Antennelse av væske/gass inne i dykker er ikke observert å skje før væsken blir direkte eksponert for flammer.

6.6 Sandfang

Dette kapittelet relaterer seg til sandfang, og svarer ut underpunkt 14-16, presentert i forprosjektrapporten:

14. I hvilken grad størrelsen på sandfang har innvirkning på brannspredningen

Dette er ikke testet, men vurderes til å ha liten innvirkning. Diameteren vil kunne ha betydning på nedbrenningshastighetene, men forskjellene vurderes ikke å være så store at det er hensiktsmessig med en videre utredning eller konkrete anbefalinger. Forskjellene vurderes å være små og risikoen lav.

15. I hvilken grad størrelse på sandfang har innvirkning på brannutvikling i kummen.

Størrelsen vurderes ikke å ha betydning på brannutviklingen. Et stort sluk kan gjøre brannforholdene i kummen bedre, men slukets evne til å samle opp væske fra vegbanen anses å ha vesentlig større konsekvensreducerende betydning.

16. Om mengden ikke-brennbar væske i sandfang vil ha betydning for brannscenariet i kum.

Det ble det ikke observert brannspredning til neste kum selv når væskeflaten i tennkummen initialt var under innløpet til dykker. I tråd med økt forståelse av hvordan en brannspredning skjer, så vurderes det derfor ikke som særlig kritisk om sandfangene er væskefylte eller ikke.

7 Konklusjon

Observasjoner fra gjennomførte branntester hos RISE Fire Research har gitt mange viktige svar tilknyttet brannspredningsfaren i avløpssystem. For å hindre brannspredning i avløpssystem og imøtekommelse av tunnelsikkerhetsforskriftens krav (vedlegg I, kap. 2.6) anbefales følgende tiltak.

- Utløp fra sandfang må ha dykker
- Dykker må være i ubrennbart materiale, inklusive stakelugen
- Stakeluke på dykker må vedlikeholdes, slik at den fungerer som tiltenkt og holdes lukket
- Innstikk på dykker i avløpsledningen må være minst 20-30 cm
- Lengde på dykker må være minst 25-30 cm

Følgende tiltak er vurdert å ikke være nødvendig for å ivareta brannspredningsfaren:

- Branntettemiddel for å beskytte pakning
- Dykker på innløp
- Sandfang trenger ikke å være væskefylte

Om dette følges vil brannspredning mellom to sandfang kunne hindres i minst 60 minutter, som er tilsvarende tidskrav som til andre tunnelinstallasjoner, eksempelvis brannkrav til dører mot tverrpassasjer.

Selv om det er observert at utforming av sluk kan ha en innvirkning på brannintensiteten i sandfanget anbefales det at kravene til sluk settes basert på oppsamlingsevne og ønsket tilpasning til veg- og bankettutformingen.

Brann i sandfang vil påføre skade på både rørdeler og kum, og utskifting vil være nødvendig. Dette vil også gjelde selve kummen.

8 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «Vegnormal N500:2024,» Statens vegvesen, 2024.
- [2] M. Gribble, «Test av brannspredning i dreneringssystem i tunneler,» Rise Fire Research, Trondheim, 2023.
- [3] Norconsult, «Forprosjekt Brannforsøk med avløpssystem,» Norconsult, 2023.

Vedlegg A Underlag for forprosjekt og testoppsett

A.1 Vedlegg 1 - Relevante krav i tunnelsikkerhetsforskriften

TUNNELSIKKERHETSFORSKRIFTEN:

§ 1 FORMÅL

«Formålet med forskriften er å sikre laveste tillatte sikkerhetsnivå for trafikanter i tunneler ved krav til å forebygge kritiske hendelser som kan sette menneskeliv, miljøet og tunnelanlegg i fare og til å sørge for vern i tilfelle av ulykker.»

PKT. 2.6

«Dersom det er tillatt med transport av farlig gods, skal det finnes avløp for brannfarlige og giftige væsker, gjennom godt utformede sluk eller andre tiltak innenfor tunnelens tverrprofil. I tillegg skal avløpssystemet være konstruert og skal vedlikeholdes for å hindre at brann og brannfarlige og giftige væsker sprer seg inne i løp og mellom løp.»

PKT. 2.9.1

«Konstruksjon, bygging og drift av ventilasjonssystemet skal ta hensyn til:

- kontroll med forurensende stoffer som slippes ut fra veggående kjøretøyer, under normale trafikkforhold og i trafikksterke perioder,*
- kontroll med forurensende stoffer som slippes ut fra veggående kjøretøyer når trafikken stanses på grunn av en hendelse eller ulykke,*
- kontroll med varme og røyk i tilfelle brann.»*

A.2 Vedlegg 2 - Føringer fra vegnormal N500:2022

Sandfang:

Krav 9.2.3—1 SKAL

«På ledning for oppsamlingssystem skal det monteres sandfang med største avstand 80 m. Sandfangene plasseres fortrinnsvis midt mellom inspeksjonskummene på drensledningen.»

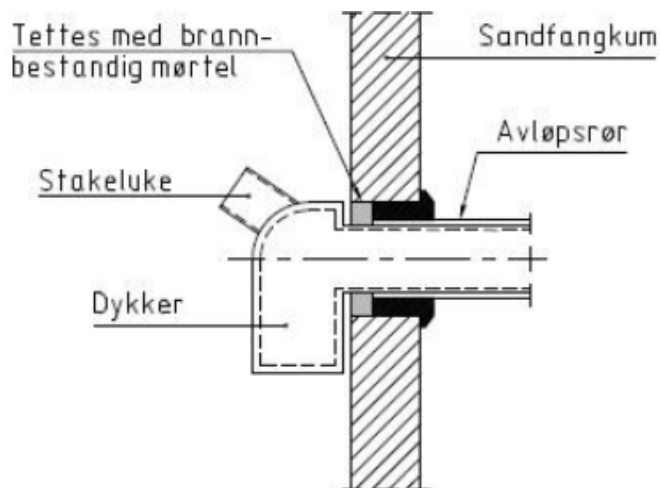
Krav 9.2.3—2 SKAL

Gjeldende fra 31.03.2022

Sandfangene skal ha tett bunn og være i ubrennbart materiale, inklusive dykker og monteringsutstyr. Høyden fra bunn til underkant utløpsrør er gitt i vegnormal N200 [3]. Varmegjennomslag i sandfangskum fra brannsikker dykker og til overvannsledning skal hensyntas for å unngå svikt i overvannsledningens funksjon.

Veiledning til kravet

Se tunnelsikkerhetsforskriftene vedlegg I, punkt 2.6.



Brannsikker dykker monteres fordi at eventuell lekkasje av antente brannfarlige væsker ikke spres til andre deler av tunnelrommet. Dykker kan utføres i for eksempel støpejern. Eksempel på utforming av dykker er vist i Figur 9.2.3 – 1.

Krav 9.2.3—3 SKAL

«Faren for brannspredning fra kum skal ivaretas ved valg av løsning. Innløpsrør unngås for å redusere brannspredning.»

Sluk:

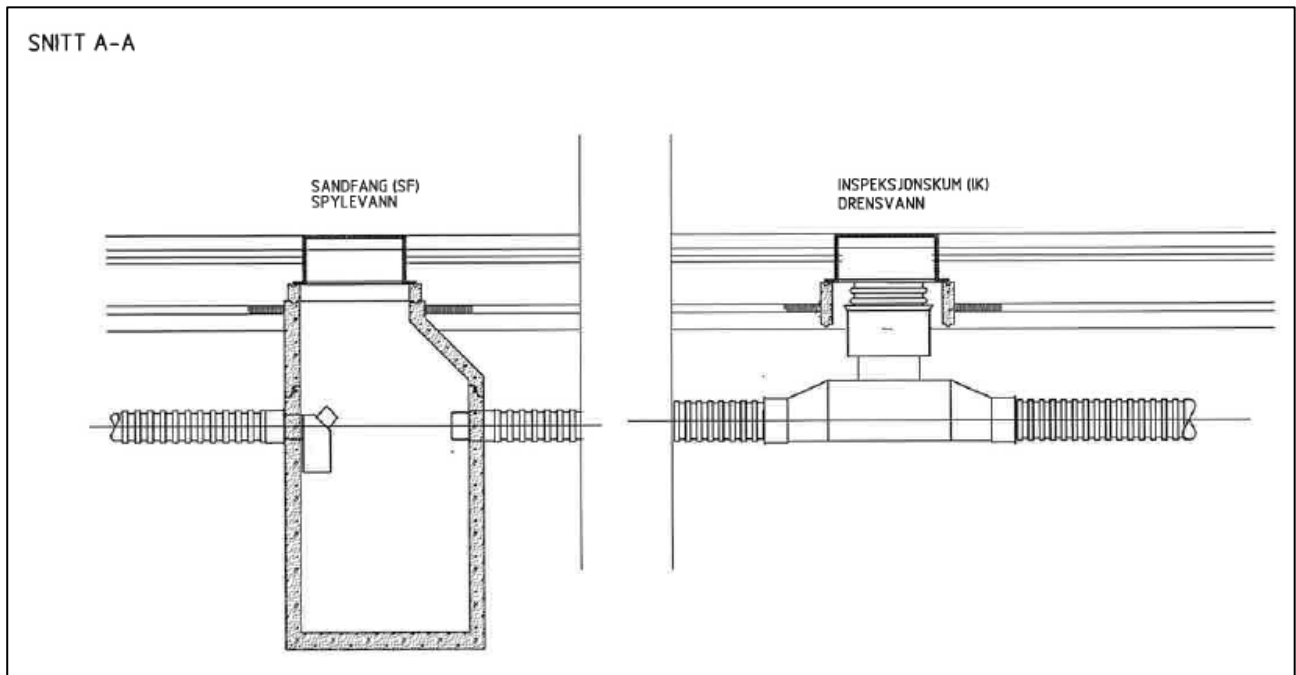
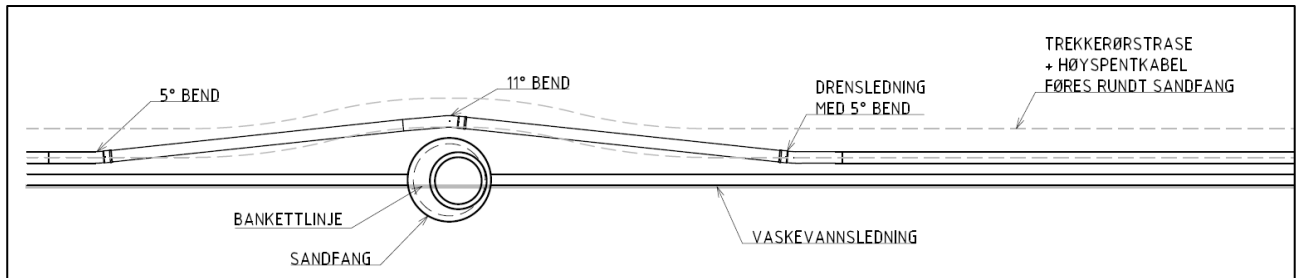
Krav 9.2.4—1 SKAL

«I tunneler med kantstein skal det monteres sluk for å lede overvannet og vaskevannet til sandfangene. Slukets utforming og lengde skal vurderes spesielt for å kunne fange opp væsker i tunneler med langsgående fall. Det benyttes en sluktype som integreres i skulder/kantstein og som tar hensyn til plassbehovet for trekkerør mv. som legges forbi sluket. Sluktypen skal være enkel å åpne og vedlikeholde for å sikre åpent nedløp. Veiledning til kravet Se vegnormal N200 [3].»

Krav 9.2.4—2 SKAL

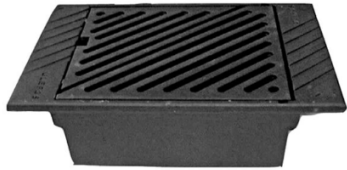
«Sluk i lavbrekk skal dimensjoneres spesielt.»

A.3 Vedlegg 3 - Eksempel på seriekoblet løsning



A.5 Vedlegg 5 - Varianter av ulike typer sluk

Kanstensluk – Oslo rennestensluk



Kjeftsluk – avvisende
kjeftsluk med frontlist



Ristlokk (åpen sirkulær,
Ø600)



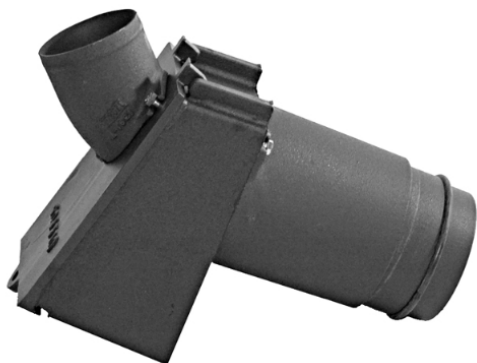
Leverandører er:

- Ulefoss
- Furnes

A.6 Vedlegg 6 - Varianter av ulike typer dykker

Det fins flere forskjellige typer dykker. Dette viser kun to eksempler.

Dykker i støpejern



Dykker i plast



Leverandører er:

- Ulefoss
- Furnes



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag