
Indsats

Personligt beskyttelsesudstyr for indsatspersonale



Indsats

Personligt beskyttelsesudstyr for indsatspersonale

Forfattere: Rene Kofod, Uffe Fast, Brian Thøste Christensen, Martin Sørensen,
Henrik Peder Pedersen, John Clausen, Claus Jakobsen, Steen Bøje,
Michael Rasmussen

Illustrationer

og billeder Uffe Fast og Rene Kofod

Copyright ©: Beredskabsstyrelsen

Forsidefoto: Uffe Fast

Opsætning: Rosendahls-Schultz Grafisk a/s

Udgivet af: Beredskabsstyrelsen

Uddannelse

Datavej 16

3460 Birkerød

Telefax: 45 90 60 60

E-mail: udd@brs.dk

Oplag: 2000 eksemplarer

1. udgave, 2. oplag

Tryk: Rosendahls-Schultz Grafisk a/s

B: 2169

ISBN: 978-87-91590-55-9

Indsats

Personligt beskyttelsesudstyr for indsatspersonale

Indholdsfortegnelse

Introduktion	3
Personligt beskyttelsesudstyr	4
Brandhjelm	4
Branddragt	6
Reflekser og sikkerhedsveste	7
Mellem- og underbeklædning	8
Røgdykkerhætte	10
Handsker	10
Brandstøvler	12
Høreværn	12
Sikkerhedsbriller	14
Skærebukser	14
Støttesystemer	15
Puls	15
Kropstemperatur	15
Respiration	16
Sensorerne	16
Åndedrætsbeskyttelsesudstyr	18
Generelt	18
Trykluftsapparat	18
Luftforbrug pr. minut	18
Beregning af luftforbrug pr. minut	18
Principskitse af et trykluftsapparat	19
Klargøring og kontrol af trykluftsapparat	20
Visuel kontrol	20
Indholdskontrol	20
Tæthedskontrol	21
Kontrol af tilbagetrækningssignal	21
Kontrol af masketæthed og lungeautomatens overtryksfunktion	21
Kompositflasker	22
Mærkning af flasker	24
Andre typer trykluftsapparater	25
Kredsløbsapparatet	26
Kombiapparat	28
Røgdykkerradio	29
Øvrig beskyttelse	31
Stikordsregister	33

Introduktion

Redningsberedskabets personel må ofte løse opgaver i miljøer, der kræver, at man må beskytte sig med personligt sikkerhedsudstyr for at kunne udføre opgaverne sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Ved personligt sikkerhedsudstyr forstås ethvert udstyr, beklædning og lignende, der er bestemt til at holdes eller bæres af brugeren til beskyttelse mod en eller flere risici, der kan true brugerens sikkerhed og sundhed.

Arbejdstilsynets bekendtgørelse om brug af personligt sikkerhedsudstyr fastlægger de overordnede krav, men derudover skal der foretages en konkret risikovurdering for præcis at afgøre hvilket personligt sikkerhedsudstyr, der er nødvendigt for at kunne løse en given opgave sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Der skal anvendes særlig beskyttelsesudstyr, hvis der skal indsættes mod farlige stoffer. Dette emne beskrives i hæftet vedrørende indsatser ved hændelser med farlige stoffer.

Der findes inden for EU Europæiske Normer (EN), som er standarder for beskyttelsesudrustning. De beskyttelsesudrustninger, der indkøbes og anvendes i redningsberedskabet, skal være CE-mærket og leve op til de gældende standarder.

Desuden skal der medfølge en brugervejledning på dansk. F.eks. skal en branddragt mærkes med en normbetegnelse og et piktogram, der viser en brandmand og de symboler, som beskyttelsen omfatter.

EN normer og CE-mærkning behandles ikke i detaljer i dette hæfte. I Branchearbejdsmiljørådets (BAR) vejledninger, der udsendes af Arbejdstilsynet, findes der yderligere information herom. Disse vejledninger ajourføres løbende.

Personligt beskyttelsesudstyr

Indsatspersonale skal anvende følgende personligt beskyttelsesudstyr:

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 1. Brandhjelm | 6. Handsker |
| 2. Branddragt | 7. Brandstøvler |
| 3. Reflekser og sikkerhedsveste | 8. Høreværn |
| 4. Mellem- og underbeklædning | 9. Sikkerhedsbriller |
| 5. Røgdykkerhætte | 10. Skærebukser |

Brandhjelm

Brandhjelmens formål er at beskytte brugerens hoved mod de skader, der kan opstå under indsats. Det kan f.eks. være faldende genstande, slag, strålevarme og flammer, vand og andre væsker samt elektrisk strøm.

Eventuelt tilbehør i form af lygte, systemer til sammenkobling med røgdykkermaske og lignende skal også være testet, så det opfylder de samme krav som hjelmen.

God ergonomi En komplet hjelm, der er klar til brug, skal have lavest mulig vægt og en god ergonomi, så udsyn og hørelse ikke hæmmes.

En godkendt hjelm opfylder specifikke krav vedrørende tryk og slag fra oven og siden.

Hjelme kan være lavet af forskellige materialer som f.eks. glasfiber, kevlar og polyester. Disse materialer er med til at sikre hjelmen en lang levetid og lav vægt. Levetiden skal fremgå af leverandørens brugsanvisning.

Nakkebeskyttelsen på hjelmen skal være så stor, at den beskytter mod gløder og lignende, der kan falde ned ad ryggen mellem dragten og trykløftsapparatet.

Nakkebeskyttelse Der findes nakkebeskyttelse, der både beskytter nakken og halsen. Denne beskyttelse kan være lavet af et trelags varmebeskyttende materiale med udvendigt metalliseret folie.

Hjelmvisir eller indbygget sikkerhedsbrille Et eventuelt hjelmvisir eller en indbygget sikkerhedsbrille er beregnet til at beskytte ansigtet mod partikler og lignende i situationer, hvor der ikke anvendes åndedrætsværn. Visiret og brillen er ikke beregnet til beskyttelse mod varme.

Nogle hjelme kan i dag leveres med indbygget termisk kamera. Brugen af kamera letter eftersøgning af personer i røgfylde lokaler samt lokalisering af eventuelle skjulte brande.



Brandhjem med nedtrukket visir og påmonteret nakkebeskyttelse

Ved indsatser hvor der ikke er risiko for brand- og varme, kan der anvendes en almindelig godkendt industrijhelm. Ved arbejde med motorkædesav er industrijhelmen påmonteret netvisir og høreværn.

Arbejde med motorkædesav



Industrijhelm til brug ved arbejde med motorkædesav



Hjelm til brug ved frigørelsesopgaver eller som bruges af ambulancepersonel

Hjelm til ambulancepersonel

Branddragt

Branddragter findes i flere forskellige modeller og udførelser, men det er fælles for dem, at de skal leve op til kravene i den europæiske standard.

Heldragter eller todelte

Branddragter fremstilles som heldragter eller todelte dragter – bukser og jakke. Som hovedregel kan man regne med, at en branddragt er udført som en tre-lags dragt. De tre lag er et yderstof af en Nomex-kevlar blanding eller PBI (Polybenzimidazole), et varmeisolerende mellemlag og inderst et for.

Branddragten skal være vandafvisende på ydersiden. Det kan opnås på to måder.

Imprægnering

Den ene er imprægnering af branddragtens yderstof. Det fungerer godt, men kræver en ny behandling, næsten hver gang dragten er blevet vasket.

Membran

Den anden måde er at placere en åndbar membran lige inden for yderstoffet. Membranen kan holde i hele dragtens levetid, men den har den ulempe, at det er sværere at komme af med kropsvarmen. En del redningsberedskaber har valgt at montere en halv membran, det vil sige en membran, der kun dækker en del af kroppen, og som derved giver mulighed for at ånde, og som reducerer risikoen for varmestress.

Der findes mange forskellige typer branddragter. Arbejdsgiveren skal derfor undersøge dragtens specifikationer, da de er afgørende for hvilken under- og mellembeklædning, der skal anvendes.

En gennemvåd branddragt yder dårligere varmeisolation end en tør dragt, og den øger muligheden for at få skoldningsskader. Røgdykkeren skal vide, at selv med en branddragt med det højeste varmebeskyttelsesniveau, har man

Branddragtstyper



Forskellige branddragter

kun ca. 15 sekunder, fra man føler smerte på huden, til det medfører anden-grads forbrændinger.

Hvis en branddragt først er blevet varmet op, så tager det tid at få den kølet ned igen. Overtryksventilatoren kan bruges til at fjerne åndedrætsskadelige partikler fra dragten, og ventilatoren vil samtidig nedkøle branddragten.

**Overtryks-
ventilatoren**

Reflekser og sikkerhedsveste

De personer, der skal arbejde på et skadested, skal være synlige. Det er både af hensyn til deres egen sikkerhed og af hensyn til samarbejdet på skadestedet. Refleksernes mængde og placering må dog ikke forringe branddragtens egenskaber i forbindelse med flamme- og varmepåvirkning.

Ifølge Arbejdstilsynets krav skal brand- og redningsfolk, der arbejder på gader og veje, hvor arbejdsstedet ikke er helt afskærmet fra trafik, være iført tydelig synlig og godkendt advarselsbeklædning. En almindelig sikkerhedsvest overholder ikke dette krav. En godkendt branddragt med en sikkerhedsvest overholder typisk kravene. Der kan læses mere herom i Arbejdstilsynets vejledning på området.

**Tydelig synlig
og godkendt
advarsels-
beklædning**

De materialer, der anvendes til sikkerhedsveste, kan ikke tåle høje temperaturer og direkte flammepåvirkning.



En brandmand iført henholdsvis gul og orange sikkerhedsvest

Mellem- og underbeklædning

Transportere varme og sved

Underbeklædningens formål er at *transportere* varme og sved væk fra kroppen, så huden holdes tør, hvilket nedsætter risikoen for skoldningsskader.

Det er vigtigt at vaske underbeklædningen hver gang, man har svedt i den, da de saltkrystaller, der efterlades i stoffet, når underbeklædningen tørrer, forringer den svedtransporterende effekt ved næste anvendelse.

Absorbere sved og varme

Mellembeklædningen skal *absorbere* sved og varme, så den kan fordampe videre ud til yderdragten. Samtidig er den med til at skabe afstand mellem yderdragt og underbeklædning. I den forbindelse skal røgdykkeren være opmærksom på ikke at overbeskytte sig, da dette øger risikoen for varmemstress.



Underbeklædning og mellembeklædning

Hvis der anvendes en branddragt, hvor hele varmebeskyttelsen ikke opfyldes af dragten, kan mellembeklædningen bestå af en bomuldsskjorte eller sweatshirt og ulden sweater samt lange benklæder i uld eller bomuld. I støvlerne bør anvendes varmeisolerende sokker.

For at nedsætte risikoen for varmemstress kan der blandt andet anvendes en kølevest, som røgdykkeren iklædes mellem under- og yderbeklædning.

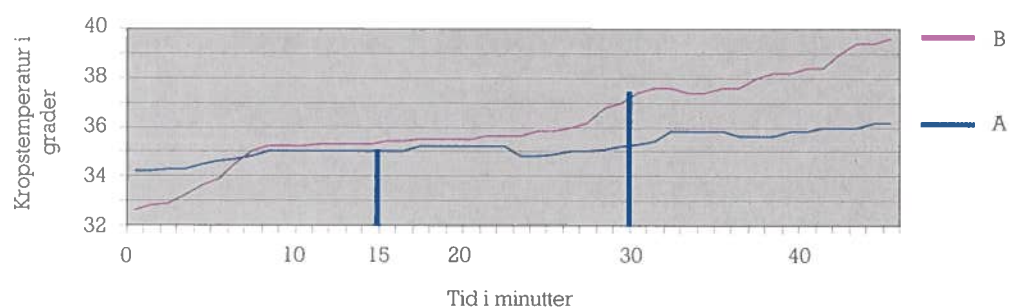
Formålet med kølevest

Formålet med en kølevest er at holde kroppens temperatur nede under fysisk belastning og varmepåvirkning, og den anvendes primært af røgdykkerinstruktører, som udsættes for langvarig varmepåvirkning.

Høj kropstemperatur har en skadelig påvirkning af hjernen og dermed på vores dømmekraft. Udover, at røgdykkerens effektivitet nedsættes i takt med, at kropstemperaturen øges, kan denne opvarmning også være en helbreds-mæssig belastning for kroppen.

Høj kropstemperatur

Person A er iført kølevest, og person B er uden kølevest. Efter 15 minutter går de begge ind i et rum, hvor der er 45 grader. Efter 30 minutter går de begge videre til et rum, hvor der er 55 grader og høj luftfugtighed.

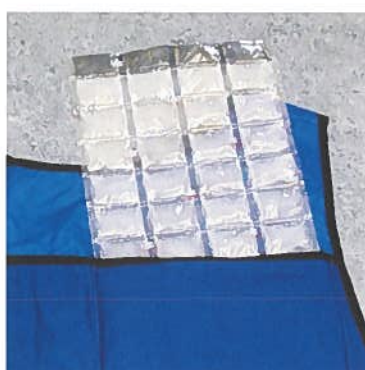


Her er eksempler på to typer køleveste.

Den ene type skal opbevares i en fryser, indtil den skal anvendes. Vesten består af nogle moduler med en væske, som fryser til is.

Kølevesttyper

Det er en ulempe, at kølevesten i begyndelsen er meget kold, og at isen forholdsvis hurtigt tør op. Det kan desuden være et problem at opbevare den, så isen ikke smelter inden brug.



Yder- og undersiden af kølevest med køleelementer af is

Kølevest med køleelementer

I den anden type kølevest er køleelementerne en saltholdig væske, som er i fast form ved opbevaring under 28 grader. Disse elementer virker kølende, når temperaturen når over 28 grader.

Den kølende effekt – i denne type vest – er mere behagelig og virker over en længere periode. Når temperaturen igen kommer under 28 grader, regenererer elementerne sig selv og overgår til fast form. De er normalt atter klar til brug efter en time.



Yder- og indersiden af kølevest med saltholdig væske

Røgdykkerhætte

Røgdykkerhætten anvendes til røgdykning for at beskytte den del af hovedet, der ikke er dækket af maske og hjelm. Hætten skal fremstilles i et materiale, der kan give samme beskyttelse som branddragten.

Hættens anbringelse

Hætten anbringes direkte mod huden og skal være udformet således, at den ikke vanskeliggør hovedets bevægelser.



En røgdykkerhætte

Handsker

Der kan til rådighed være forskellige typer handsker, der er tilpasset arbejdets art. De skal alle have en god pasform og gribeevne.

Vandafvisende

Brandhandsken skal være vandafvisende. Brandhandsker af læder har under det yderste lag ofte en membran, som beskytter mod vandindtrængning. En gennemvåd handske giver en dårlig varmebeskyttelse, og den øger risikoen for skoldning.



En brandhandske og forskellige typer arbejdshandsker



Engangshandsker til brug ved håndtering af tilskadekomne

Til brug ved arbejde med hydraulisk frigørelsesværktøj kan der anvendes specielle handsker, som giver en bedre føling med og greb om værktøjet.



Arbejdshandsker til hydraulisk frigørelsesværktøj

Brandstøvler

Ergonomisk Brandstøvler er som hovedregel fremstillet af læder eller gummiblandinger, og de skal være ergonomisk hensigtsmæssigt udformet.

Hele støvlen skal være vandtæt, og såfremt det er en læderstøvle, kan det være i form af en vandtæt membran.



Brandstøvler af gummi og læder

Værnesål og -kappe Støvlerne skal – i kombination med sokker – være modstandsdygtige over for varme. De skal være udstyret med værnesål og -kappe, og sålen skal være skridsikker, antistatisk og modstandsdygtig over for olieprodukter.

Brandstøvler med skæreindlæg Nogle brandstøvler er udstyret med skæreindlæg over vrist og skinneben. Sådanne støvler kan også anvendes ved arbejde med motorkædesav.



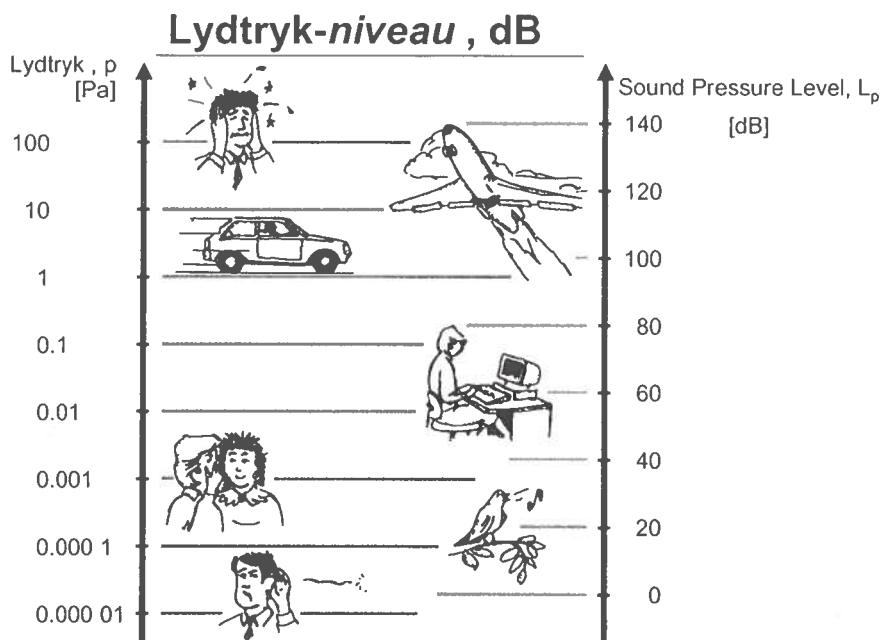
Brandstøvler med skæreindlæg til arbejde med motorkædesav

Høreværn

Støjniveauet Høreværn skal bruges i områder, hvor støjniveauet overskrider 85 decibel (dB), og det skal være til rådighed, hvor støjniveauet overskrider 80 dB.

Der findes to typer høreværn. Det er kop-høreværn, der kan være praktiske, hvis man har en fast arbejdsplads, som f.eks. pumpepasser, og ørepropper, der er lette at have med, og som kan bruges sammen med alle brandhjelme.

Man skal vælge et høreværn, der ikke afskærer brugeren fra at opfange advarselssignaler eller anden nødvendig kommunikation.



dB(A) er en vægtningsmetode, der anvendes for at beskrive den virkning, som lyden har på det menneskelige øre inden for det normale lydbillede.

dB(A)

Når der skal måles impulsstøj – kortvarige høje lyde fra f.eks. slag mod metal eller brug af sømpistoler – måles der med en C-vægtning, og man bruger betegnelsen dB(C).

dB(C)

Man skal være opmærksom på, at støjkurven er eksponentielt stigende. Det vil sige, at man f.eks. må få en støjdosis på 85 dB(A) i otte timer, 91 dB(A) i to timer, 97 dB(A) i en halv time og 110 dB(A) i 1,29 minut. Man skal derfor montere høreværn, inden man udsættes for støj.

Støjkurven er eksponentielt stigende



Forskellige former for høreværn



Sikkerhedsbriller

Fare for øjnene Der skal anvendes sikkerhedsbriller eller ansigtssvævn, hvis der er fare for at få noget i øjnene.

Det kan eksempelvis være i forbindelse med frigørelse eller andre situationer, hvor man klipper eller skærer i f.eks. metal, træ eller beton.

Brilletyper Man kan vælge type, når man har vurderet, om sikkerhedsbrillerne skal anvendes permanent, hyppigt eller lejlighedsvis, og hvad de skal beskytte imod. Brillerne er mærket således, at man kan se, hvad de beskytter imod. Det kan f.eks. være væskedråber, store eller små støvpartikler eller gasser, stænk af smeltet metal eller ultraviolet stråling, infrarød stråling og solstråling.



Sikkerhedsbriller og sikkerhedssolbriller

Skærebukser

Motorkædesav Ved arbejde med motorkædesav skal man anvende skærebukser. Det er bukser med et skærefast indlæg af kevlar, som får kæden til at stoppe, hvis personen skærer i bukserne.



Skærebukser, som viser de særlige tråde, der standser motorkædesaven

Støttesystemer

IT-systemer kan overvåge og styre brandmandens sikkerhed under indsats.

Brandmanden kan blive udstyret med et plaster, der via nogle sensorer overvåger hans livstegn under indsatsen og sender informationerne til en computer i automobilsprøjten.

Computeren behandler brandmandens data og sender dem videre til holdlederens håndholdte enhed. Holdlederen kan på den måde overvåge følgende vitale livstegn:

- Puls
- Kropstemperatur
- Respiration

IT-systemer

Overvågning af livstegn



Automobilsprøjte med indbygget computerenhed

Specielt røgdykkere arbejder under ganske ekstreme og stressende forhold, som f.eks. varme, dårlige adgangsforhold og sigtbarhed samt tunge byrder.

IT kan ikke ændre disse forhold. Men hvor de to røgdykkere i dag er overladt til sig selv, når de bliver sendt ind i en brændende bygning eller til andet arbejde, vil holdlederen i fremtiden kunne overvåge dem udefra.

Puls

Pulsen fortæller om røgdykkernes arbejdsintensitet og om deres psykiske velbefindende. Hvis der opstår særligt stressende situationer, eller hvis røgdykkerne bliver nervøse, stiger pulsen omgående, og det er derfor en stor fordel at kunne overvåge pulsen.

Overvågning af pulsen

Kropstemperatur

Røgdykkernes kropstemperatur er vigtig at holde øje med. Den høje temperatur i indsatsområdet opvarmer gradvis huden og kroppen. Undersøgelser

Varmt miljø

viser, at flere indsatser i varmt miljø kan være med til at hæve kroppens temperatur til op mod 40 grader. Dette påvirker røgdykkerens arbejdsevne og kan resultere i et varmekollaps.

Respiration

Overvågning af åndedrag

Antallet af åndedrag pr. minut er vigtigt og interessant at overvåge. Øget frekvens af vejrtrækningen kan ligesom pulsen være de første tegn på, at røgdykkerne er nervøse ved situationen, eller at de er i gang med hårdt fysisk arbejde som slukning eller redning.

Sensorerne

Der findes i dag flere forskellige sensorer til overvågning, som spændes eller klistres på kroppen.



Plaster med indbygget sensor og afsender

Røgdykkernes arbejde kræver udstyr, der – ideelt set – kan sættes på ved en vagts begyndelse og sidde hele døgnet, da der ikke er tid til at sætte noget på, når alarmen lyder. Der må derfor ikke være noget ubehag ved at gå med sensoren – plasteret – og det skal samtidig sidde fast og kunne modstå de påvirkninger, en brandmand udsættes for under en vagt.

Modtager- og senderenhed

I plasteret er der en chip, som kan sende ca. en meter. Det er derfor nødvendigt, at røgdykkeren har en kraftigere sender i en inderlomme på branddragten.

Senderen modtager signaler fra plasteret, og sender dem videre til automobilsprøjtens computer.



Den personlige modtager- og senderenhed

Plasterets korte rækkevidde gør, at brandmanden kun er overvåget iført branddragt.



Holdlederens modtager-
enhed placeret på hånd-
leddet

**Den håndholdte
enhed**

Den håndholdte enhed skal sidde således, at holdlederen kan læse de signaler eller alarmer, der kommer fra de indsatte røgdykkere.

**Data kan aflæses
og lagres**

Røgdykkerens data under indsats sendes også til en computer på brandstationen. Disse data kan eventuelt lagres og anvendes under evaluering.

Åndedrætsbeskyttelsesudstyr

Generelt

Åndedrætsværn findes i mange forskellige udformninger, spændende fra fuld åndedrætsbeskyttelse ved hjælp af trykluftsapparat over hætter med ansigtsmaske og motordreven filtrering til den helt simple sikkerhedsmaske med partikelfilter.

Åndedrætsværn skal anvendes i de situationer, hvor der er fare for at indånde partikler eller farlige gasser fra luften.

Tal og beskrivelser af åndedrætsbeskyttelsesudstyr i dette kapitel er skrevet som eksempler og i generelle vendinger. De gældende tal for de enkelte apparater skal findes i modellens manual.

Trykluftsapparatet

Fyldningstryk Apparatet har igennem årene udviklet sig fra at være relativt tungt på ca. 20 kg og et fyldningstryk på 200 bar til moderne lette apparater med en totalvægt på ca. 10 kg og med et fyldningstryk på 300 bar. Vægtreduktionen skyldes især anvendelse af kompositflasker samt kulfiber- og kompositmateriale på blandt andet rygskjold.

Reduktion af vægten Reduktion af vægten samt et forøget fyldningstryk bevirker, at indsatstiden i dag er væsentlig forlænget. Vægten på et komplet apparat inklusiv maske og fyldte flasker må maksimalt være 18 kg, og for et to til fire timers kredsløbsapparat må vægten maksimalt være 16 kg.

Luftforbrug pr. minut

Indsatstiden Luftforbruget og dermed også indsatstiden afhænger overvejende af:

- det arbejde som udføres – hårdt eller let arbejde
- røgdykkerens fysiske formåen – god eller dårlig fysisk form

Som gennemsnit kan nedenstående værdier anvendes som rettesnor:

Aktivitet	Luftforbrug pr. minut
I ro	10 liter/min.
Let arbejde	30 liter/min.
Hårdt arbejde	60 liter/min.
Rednings- og slukningsarbejde	50 liter/min.

Beregning af luftforbrug pr. minut

For at få et overblik over eget luftforbrug kan man i forbindelse med f.eks. en øvelse beregne, hvor meget luft man i gennemsnit har brugt. Nedenstående eksempel viser hvordan.

Person	Start tid	Slut tid	Indsats-tid	Flaske-volumen	Start tryk	Slut tryk	Forbrugt tryk	Luftforbrug
1	0847	0924	37 min	6 liter	290 bar	10 bar	280 bar	45,4 liter/min
2	0847	0924	37 min	6 liter	280 bar	10 bar	270 bar	43,8 liter/min

Luftforbrug pr. min = $\frac{(\text{start tryk} - \text{slut tryk}) \times \text{flaskevolumen}}{\text{Indsatstid}}$

Eksempel: Person nr. 1: $\frac{(290\text{bar} - 10\text{bar} = 280\text{bar}) \times 6 \text{ liter}}{37 \text{ min}} = 45,4 \text{ liter/min}$ **Eksempel**

Hvis der tages udgangspunkt i ovenstående eksempels luftforbrug pr. minut, kan det bruges til at beregne personens tilbagetrækningstid. Det er det antal minutter røgdykkeren har tilbage til at nå ud, når advarselsfløjten lyder.

I eksemplet anvendes følgende oplysninger:

- luftforbrug (50 liter/min)
- flaskevolumen (6 liter)
- tryk i flasken (ca. 55 bar ved aktivering af fløjte)

Tilbagetrækningstid i minutter = $\frac{\text{tryk} \times \text{flaskevolumen}}{\text{luftforbrug}}$ **Personens tilbagetrækningstid**

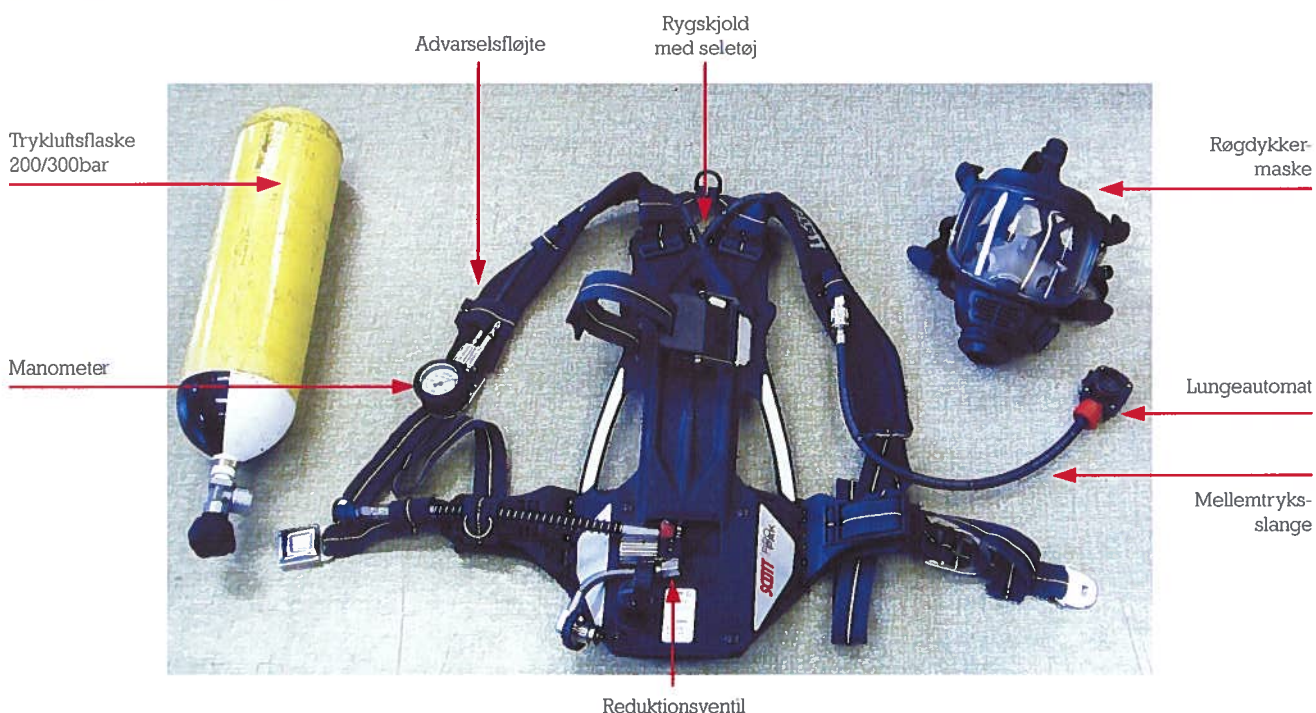
Eksempel: $\frac{55 \text{ bar} \times 6 \text{ liter}}{50 \text{ liter/min}} = 6,6 \text{ min}$

Principskitse af et trykluftsapparat

Der findes mange forskellige typer af apparater, men i den grundlæggende opbygning minder de meget om hinanden. Efterfølgende skitse viser, hvordan et trykluftsapparat kan være opbygget. Apparatet består af følgende hoveddele:

Apparatets hoveddele

- Trykluftsflaske
- Rygsjold med seletøj
- Reduktionsventil
- Manometer
- Lungeautomat
- Maske
- Advarselsfløjte



Klargøring og kontrol af trykløftsapparat

Grundig kontrol efter brug

Trykløftsapparatet er røgdykkerens vigtigste sikkerhedsudstyr, og uanset fabrikat skal det altid kontrolleres grundigt efter brug og hænges indsatsklar tilbage på køretøjerne. Der findes flere fabrikater og modeller på markedet, og man skal derfor grundigt læse de anvisninger, der gælder for det aktuelle apparat, man anvender. I det efterfølgende er der beskrevet de kontroller, som røgdykkeren selv skal udføre, inden trykløftsapparatet er klar til brug.

Visuel kontrol

Eftersyn af apparatet

Før man begynder at samle apparatet, skal man kontrollere dets generelle tilstand. Her skal man især kontrollere remme, slanger og rygskjold for brud, kraftig slitage og andre defekter. For masken gælder også, at remmene kontrolleres, og man sikrer sig endvidere, at maskeglasset er uden revner. Alle remme løsnes således, at det er nemt at påtage udstyret.

Indholdskontrol

Flaske monteres på reduktionsventil

Når flasken er monteret på reduktionsventilen, kontrolleres flasketrykket. For at indsatstiden bliver så ensartet som mulig for de to personer på et røgdykkerhold, skal flasken udskiftes eller genfyldes ved et minimumstryk på minus 10 % af fyldetrykket. Er fyldetrykket således på en 300 bars flaske faldet til under 270 bar, skal udskiftning eller efterfyldning foretages.

Kontrollen udføres ved at frakoble overtrykket på lungeautomaten og åbne for flasken. Herefter kan flasketrykket aflæses på manometeret.

Tæthedskontrol

Tætheden i slanger og koblinger fra reduktionsventil til lungeautomat kontrolleres på følgende måde:

**Apparatets
tæthed**

1. Frakoble overtrykket ved lungeautomaten
2. Åbne flaskeventilen helt og lukke igen
3. Efter et minut åbnes flaskeventilen igen samtidig med, at manometeret iagttages og kontrolleres

Viserens stigning er lig med tryktabet.

Afhængig af fabrikat må apparatet normalt ikke tabe mere end 5-10 bar i løbet af et minut.

Kontrol af tilbagetrækningssignal

På de apparater der anvendes i Danmark, er fløjten det mest udbredte tilbagetrækningssignal. Fløjten skal senest aktiveres ved et flasketryk på 55 bar \pm 5 bar og er signal til røgdykkerholdet om at påbegynde tilbagetrækning.

**Fløjten som
tilbagetræknings-
signal**

Advarselsfløjten kontrolleres på følgende måde:

1. Frakoble overtrykket ved lungeautomaten
2. Åbne helt for flaskeventilen og lukke igen
3. Herefter lukkes luften langsomt ud af apparatet via lungeautomaten – hold en hånd over tilslutningsstudsens
4. Iagttage manometeret og kontrollere, at fløjten udløses ved det af fabrikannten oplyste tryk på 55 bar \pm 5 bar.

Fløjten skal give signal, indtil manometeret viser 0 bar.

Kontrol af masketæthed og lungeautomatens overtryksfunktion

Alle apparater er indrettet således, at der under brug leveres et overtryk i masken. Dette betyder, at hvis der opstår en utæthed i masken, vil overtrykket forhindre røg og gasser i at trænge ind.

Masketæthed

En utæthed i masken vil dog altid medføre et øget luftforbrug og dermed en reduceret indsatstid. Derfor skal såvel masketæthed som overtryksfunktion kontrolleres.

Kontrol af masketæthed:

1. Flaskeventilen lukkes
2. Lungeautomaten sættes i masken
3. Masken påtages
4. Der skal ved indånding opstå et undertryk, og der må ikke trænge luft ind i masken

Kontrol af lungeautomatens overtryksfunktion, der foretages i umiddelbar forlængelse af ovenstående:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| Kontrol af overtryksfunktion | <ol style="list-style-type: none">1. Flaskeventilen åbnes2. Overtryksfunktionen kontrolleres ved at føre to fingre ind imellem maskekanten og ansigtet, så der opstår en utæthed3. Der skal nu høres en luftstrøm |
|-------------------------------------|---|

Hvis apparatet bestod de ovennævnte kontroller, er det klar til brug.

Kompositflasker

- | | |
|------------------|---|
| Opbygning | Som et alternativ til stålflaskerne kan man vælge at benytte kompositflasker. Komposit er en blanding af et armeringsmateriale og et hærdende limmateriale. Til fremstilling af trykflasker anvendes kul- eller glasfiberkomposit. Materialerne har stor styrke og lav vægt. Det er i dag muligt at få kompositflasker til alle gængse apparater på markedet. |
|------------------|---|



En gennemsåret kompositflaske

- | | |
|--------------------|--|
| Inderkerner | Kompositflasker laves med forskellige inderkerner af f.eks. aluminium eller plastik. En inderkerne af plastik bevirker, at flaskens totale vægt er 0,5 – 1 kg lettere end en flaske med inderkerne af aluminium. |
|--------------------|--|

Man kan kende forskel på disse to flasketyper ved, at flasken med plastikinderkerne har gummikapper i toppen og i bunden.



Flaske med inderkerne af aluminium



Flaske med inderkerne af plastik med gummikappe i top og bund

Den umiddelbare fordel for røgdykkeren ved at vælge kompositflasken frem for stålflasken er, at man opnår en væsentlig reduktion af vægten. Vægtbesparelsen vil typisk ligge på mellem 2,5 og 6 kg.

Vægtbesparelse

Vægtbesparelsen har muliggjort, at man kan øge volumen på flasken og dermed forlænge indsattiden.

De fleste kompositflasker leveres med en flaskevolumen på 6,8 liter og med en vægt på mellem 6,5 og 7,5 kg inklusive luft ved et tryk på 300 bar. Ved et gennemsnitligt luftforbrug på 50 liter/min. giver det en teoretisk samlet indsattid på i alt ca. 41 min.

Flaskevolumen

Den tilsvarende indsattid med en 6 liters stålflaske – vægt 9,4 kg inklusive luft – vil teoretisk set være ca. 36 min.

Vægt



Gennemskåret kompositflaske

Kompositflaskers slidstyrke

Man skal være opmærksom på, at slidstyrken på en kompositflaske ikke altid er lige så god som stålflaskens, og derfor skal flasken jævnligt kontrolleres for afskrabninger og ridser m.v.

Visse fabrikater anbefaler, at flasken monteres med et beskyttelsesovertræk, som skal forhindre, at overfladen beskadiges. Andre fabrikaters kompositflasker er belagt med en ekstra slidstærk overflade, der gør et beskyttelsesovertræk overflødigt.



Kompositflaske med beskyttelsesovertræk



Kompositflaske uden beskyttelsesovertræk

Trykprøvning og levetid

Både stål- og kompositflasker skal trykprøves hvert femte år. Kompositflasker kan derudover være begrænset af en levetidsperiode på f.eks. 15 eller 30 år. Stålflasker er ikke omfattet af nogen begrænsning i levetid.

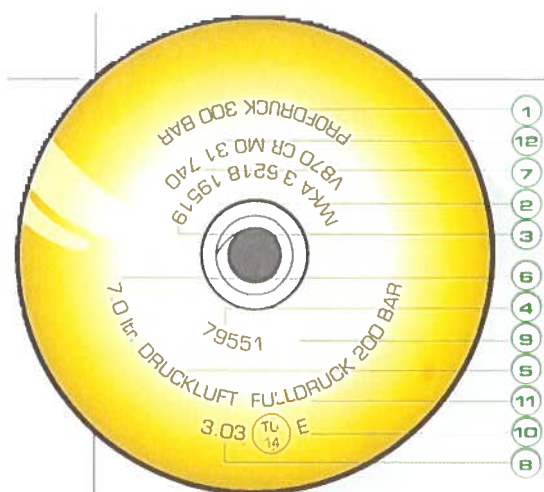
Mærkning af flasker





Oplysninger omkring flaskens alder og trykprøvning vil på en kompositflaske stå på en label på siden, medens de på stålflasken vil være stemplet ind i stålet på toppen af flasken.



Mærkning af en kompositflaske

Mærkning af en stålflaske:



-  Typegodkendelse
-  Mærke for trykprøvning
-  Mdr./år/prøvetryk
-  Mærke for kassering

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Prøvetrykket | 7. Flaskens vægt |
| 2. Fabrikanten af flasken | 8. Fremstillingsdato |
| 3. Flaskens serienummer | 9. Typegodkendelsesmærke |
| 4. Evt. importørens navn | 10. Evt. mærke fra fremstillingslandet |
| 5. Luftarter flasken må indeholde | 11. Flaskens arbejdsdruk |
| 6. Flaskens rumindhold | 12. Flaskens metallegering |

Andre typer tryklufthsapparater

Der findes tryklufthsapparater, hvor manometret er i stand til at give forskellige data til røgdykkeren.

Manometret og moderne teknologi

Eksempelvis:

- Elektronisk flasketryksindikator
- Rest indsatsid beregnet hvert 15. sek.
- Omgivelsernes temperatur
- Aktuelt luftforbrug
- Resttid til fløjten lyder ud fra det aktuelle luftforbrug
- Bevægelsesalarm som lyder, hvis røgdykkeren ikke bevæger sig i en periode
- Blinkende positionslampe
- Mulighed for dataoverførsel
- Alarmoverførsel fra holdleder til røgdykker og omvendt
- Overvågning af kropstemperatur og puls på den enkelte røgdykker

Et manometer med elektronisk datavisning



Kredsløbsapparatet

Lukket kredsløb

Et kredsløbsapparat er en særlig form for røgdykkerudstyr, hvor ind- og udåndingsluften løber i et lukket kredsløb. Udåndingsluften renses for carbon-dioxid (CO_2) og vand. Carbondioxid fjernes i en enhed, som indeholder kalkgranulat eller i et kalkfilter, der udskiftes efter brug. Vandet opsamles i en svampelignende enhed, som tømmes, når kalkfiltret reetableres.

Rensning af udåndingsluft

Tilsætning af oxygen

Efter udåndingsluftens rensning erstattes den forbrugte oxygen med ren oxygen gennem et særligt doseringssystem, der konstant tilsætter mellem 1,5 – 2 liter oxygen i minuttet.



Et kredsløbsapparat af ældre årgang

Apparatet består af foldeslanger, kalkpatron, lungesæk, en til to liters oxygenflaske med et tryk på 200 bar, lungeautomat, manometer samt reduktions- og doseringsanordning.

Apparatets hoveddele

Fordele og ulemper ved kredsløbsapparatet.

Fordele: Det er bl.a. lav vægt, lang indsatstid og lydsvagt apparatet, som gør det nemmere at kommunikere og foretage eftersøgning.

Fordele/ulemper

Ulemper: Det er bl.a. høj anskaffelsespris og dyr vedligeholdelse. Ældre modeller mangler tilbagetrækningssignal og overtryk i masken. Ved brug og i varme miljøer stiger temperaturen i indåndingsluften, så den kan føles ubehagelig varm. Den høje temperatur skyldes blandt andet den kemiske proces i kalkpatronen og varmen i forbindelse med branden. Apparatet kræver derfor på grund af sin virkemåde megen træning.



To nyere typer kredsløbsapparater

Nyere typer af kredsløbsapparater har overtryk i apparatet og i masken samt en vis køling af indåndingsluften. Overtrykket er skabt ved enten at anvende et fjedersystem, der trykker på lungesækken, eller ved at have en lungebælg med en server, der bliver drevet af trykket fra oxygenflasken. Kølingen af indåndingsluften sker ved, at luften passerer en speciel kølegel eller en isblok. Kølegelen regenererer sig selv, når temperaturen i apparatet falder.

Overtryk og køling

Kredsløbsapparaterne har i dag også tilbagetrækningssignal, som lyder, når trykket i oxygenflasken er ca. 50 bar. For et fire timers apparat giver dette en tilbagetrækningstid på en time.

Tilbagetrækningssignal



Et delvist adskilt kredsløbsapparat

Arbejdet som kredsløbsrøgdykker

Arbejdet som kredsløbsrøgdykker kræver en særlig god kondition og en stærk psyke, da indsatstiden kan blive lang. Kroppen og sindet skal være vant til at arbejde i et varmt miljø over længere tid.

Anvendelse i Danmark

I Danmark bliver kredsløbsapparater kun brugt ved Københavns Brandvæsens røgdykkertjeneste samt ved Slagelse Brand og Redning. Københavns Brandvæsens røgdykkertjeneste bruger apparaterne til almindelig indsats i hverdagen, i Øresundstunnellen og i Metroen. Slagelse Brand og Redning bruger apparaterne i forbindelse med indsats i tunnellerne ved Storebælt.

Kombinationsapparat

Anvendelse

Enkelte redningsberedskabers ekspertgrupper har valgt en løsning, hvor både flaske- og filterluft er kombineret i samme apparat. Det gælder blandt andet de HAZMAT Teams, der er placeret ved to af Beredskabsstyrelsens centre. Disse apparater kaldes også for Turbo trykløftsapparater.

To kredsløb

Disse kombinationsapparater har både en trykflaske og en motordreven filterenhed. Ved indsættelse har personerne mulighed for at vælge, om indsatsten kan gennemføres ved hjælp af flaskeluft, filterluft eller en kombination af begge.

Der kan skiftes mellem flaske- og filterluft uden at aftage apparatet.

Fordele og ulemper

Fordelen ved disse apparater er, at brugeren har længere indsatstid. Ved at kunne skifte mellem filter og flaskeluft er personalet ikke altid begrænset af mængden af luft i flasken.

Ulemper ved apparaterne er, at filterenheden kun kan anvendes i almindelig atmosfærisk luft. Den motordrevne filterenhed støjer en smule, og den kræver partikelfiltre, der er egnede til opgaven.



Turbo trykløftsapparat med fire filtratorer

Røgdykkerradio

Røgdykkerens radio er ud over den sikkerhedsmæssige kommunikation mellem røgdykker og holdleder også en mulighed for at give tilbagemeldinger.

Sikkerhed og tilbagemelding

Røgdykkerne kan melde til holdlederen, hvad de finder og oplever på indsatsstedet, og holdlederen kan – hvis der opstår en farlig eller uforudset situation – kalde røgdykkerne ud. Endvidere kræver etablering af overtryksventilering kommunikation mellem holdlederen og røgdykkerne.

Røgdykkerens radioudstyr kan være monteret på røgdykkerapparatet, eller det kan være løst udstyr, der kan bæres i radiolommen på branddragten.

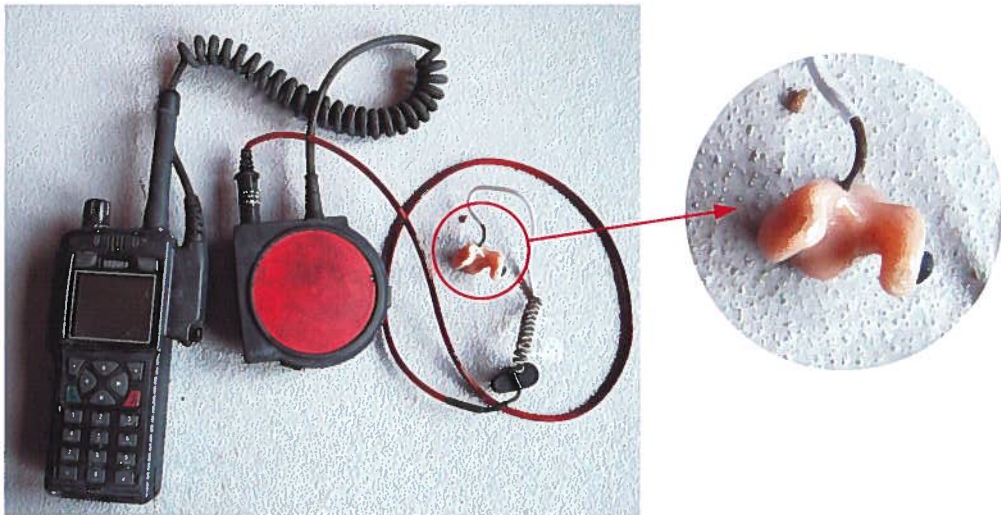
Montering

Betjeningen af radioen skal være så enkel som mulig, da røgdykkerne er besværet af handsker, slange og andet materiel.

Støjen fra lungeautomaten er den største kilde til at genere lyden i radio-kommunikationen. Jo tættere man placerer mikrofonen på lungeautomaten, des dårligere bliver lyden. Der er forskellige muligheder for at løse dette problem.

Støjen fra lungeautomaten

Øresnegl En af de bedste løsninger er brug af en personlig formstøbt øresnegl, der indeholder både mikrofon og højttaler. Øresneglen er lavet sådan, at mikrofonen opfanger lyden fra kranieknoglen, hvilket giver de færreste forstyrrelser.



Formstøbt øresnegl med røgdykkerradio og stor tryknap

Integrering af mikrofon og højttaler i hjelmen En anden mulighed er integrering af mikrofon og højttaler i hjelmen. Der findes også her en del forskellige muligheder. Den viste model har højttaleren til at sidde ud for øret og mikrofonen i toppen af hjelmen. For at dette system virker, skal mikrofonen have kontakt med hovedet på brandmanden, da mikrofonen opfanger lyden igennem kranieknoglen.



Mikrofon og højttaler monteret i en indsatshjelme

Øvrig beskyttelse

Filterbeskyttelse er generelt ikke egnet til beskyttelse af indsatspersonel ved brand eller i andre situationer, hvor der er risiko for nedsat oxygenmængde, da filterbeskyttelse ikke kan kompensere for den manglende oxygen.

Når stoftypen og koncentrationen af stoffet i luften gør det muligt, kan fuld åndedrætsbeskyttelse erstattes af filterbeskyttelse. Dette kan være aktuelt ved indsats over for såvel kemiske, biologiske som radioaktive stoffer.

Et eksempel på sådant udstyr er en helmaske med gas- og partikelfilter.

Fordelen ved anvendelse af denne form for åndedrætsbeskyttelse er, at det giver en længere indsatstid uden flaskeskift og samtidig en lav fysisk belastning af mandskabet. Ved anvendelse af denne type filterbeskyttelse skal man være opmærksom på, at der er vejtrækningsmodstand for brugeren. Denne modstand betyder, at der gælder en maksimal tilladelig brugstid i løbet af en arbejdsdag.

Filterbeskyttelse

Gas- og partikelfilter

Fordele/ulemper



Passiv filterbeskyttelse – f.eks. gasmaske eller anden filtermaske

En filterbeskyttelse med en monteret turboenhed, som aktivt blæser filtreret luft ind i helmasken, er en særlig type. I forhold til en traditionel filtermaske letter turboenheden vejtrækningen for brugeren og skaber et overskud af luft i masken, som er med til at holde farlige stoffer ude. Hvis der anvendes filterbeskyttelse med turboenhed, er der ikke en begrænsning i arbejdstiden.

Turboenhed

Filtrerende åndedrætsværn med turboenhed



**Anvendelses-
muligheder**

Det kan være aktuelt at anvende filterbeskyttelse i en vis afstand fra området med direkte kontakt – f.eks. på et rensepunkt for forurenede civile. Filterbeskyttelse anvendes ofte sammen med en beskyttelsesdragt. Filterbeskyttelse kan også anvendes sammen med indsatdragt i de situationer, hvor der eksempelvis er tale om at undgå indånding af visse partikler, som vil virke generende på luftvejene.

Ekspertbistand

Der er situationer, hvor filterbeskyttelsen ikke kan filtrere eller rense tilstrækkeligt, eller hvor den ikke er egnet. Før man planlægger at anvende filterbeskyttelse under indsats, skal man derfor have undersøgt beskyttelsesgraden nøje – gerne ved at tage kontakt til en ekspert. Er der tale om kemikalier kontaktes Beredskabsstyrelsens kemikalieberedskabsvagt, ved radioaktivitet kontaktes Statens Institut for Strålebeskyttelse, og i tilfælde af biologiske stoffer kontaktes Center for Biologisk Beredskab.

Stikordsregister

A

Advarselsbeklædning 7
Advarselsfløjte 19, 20
Ansigtsværn 14

B

Branddragt 6
 Branddragt, imprægnering 6
 Branddragt, membran 6
 Branddragtstyper 6
Brandhjelms 4
 Brandhjelms, ergonomi 4
 Brandhjelms, formål 4
 Brandhjelms, materiale 4
 Brandhjelms, tilbehør 4
Brandstøvler 12
 Brandstøvler, ergonomisk 12
 Brandstøvler, skæreindlæg 12
 Brandstøvler, vandtæt 12

D

Decibel 12

F

Filterbeskyttelse 31
 Filterbeskyttelse, anvendelsesmuligheder 31
Fløjten 21

H

Handsker 10
Hjelmtyper 5
Hjelmvisir 4
Hørevern 12
Høreværnstyper 12, 13

I

Imprægnering 6
IT-systemer 15
 IT-systemer, computer 15
 IT-systemer, chip 16
 IT-systemer, plaster 15, 16
 IT-systemer, sensorer 15, 16

K

Kombinationsapparat 28
Kommunikation 28
Komposit 22
Kompositflaske 22
 Kompositflaske, inderkerne 22, 23
 Kompositflaske, mærkning 24
 Kompositflaske, slidstyrke 24
 Kompositflaske, trykprøvning og levetid 24
Kontrol af tilbagetrækningssignal 21
Kredsløbsapparat 26
 Kredsløbsapparat, hoveddele 27
Kropstemperatur 15
Kølevest 8
 Køleveststyper 9

L

Luftforbrug pr. minut, beregning 18
Lungeautomat 19, 20
Lungeautomatens overtryksfunktion 21

M

Maske 19, 20
Masketæthed 21
Manometer 19, 20
Mellembeklædning 8
Mellemtryksslange 20
Mærkning af flasker 24

N

Nakkebeskyttelse 4

O

Overtryk 20, 21
Overtryksventilator 7

P

Plaster 15, 16, 17, 18
Puls 15

R

Reduktionsventil 19, 20
Reflekser 7
Respiration 16
Røgdykkerhætte 10
Røgdykkerradio 29

S

Sensorer 15, 16
Sikkerhedsbriller 4, 14
 Sikkerhedsbriller, typer 14
Sikkerhedsvest 7
Skærebukser 14

T

Tilbagetrækningstid, beregning 19
Trykluffsapparat 18, 19
 Trykluffsapparat, andre typer 25
 Trykluffsapparat, forskellige kontrol 20, 21
 Trykluffsapparat, fyldningstryk 18, 23
 Trykluffsapparat, vægt 18, 23
Trykluffsflaske 19, 20, 23
 Trykluffsflaske, mærkning 24
Tryktabet 21

U

Underbeklædning 8

Ø

Øresnegl 29

Å

Åndedrætsværn 18

