



SJÖFOLKETS GUIDE TILL GOD INNEMILJÖ

Kunskap, metoder och rekommendationer om fartygs
innemiljö och sjöfolkets exponering för farliga ämnen

INNEHÅLL

Inledning	5
Fartygens innemiljö och luftkvalitet	7
Samband mellan luftföroreningar och hälsa	7
Inomhusluften på fartyg	7
Regler och riktlinjer	8
Arbetsmiljöregler för svenskflaggade fartyg	8
Kemiska arbetsmiljörisker ska åtgärdas så långt det är möjligt	8
Gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön	9
Generella riktlinjer och rekommendationer för inomhusluft	9
Sammanställning över luftföroreningar	10
Gasformiga luftföroreningar	12
Dieselavgaser	12
Kvävedioxid	12
Svaveldioxid	14
Kolmonoxid	14
Koldioxid	15
Ozon	15
Flyktiga organiska ämnen	16
Polycykliska aromatiska kolväten	17
Formaldehyd	17
Damm och partiklar	18
Damm och partiklar i arbetsmiljön	19
Sot och elementärt kol	20
Termiskt klimat och komfort	22
Mätning och analys av luftkvalitetsparametrar	24
Hur mäter man?	25
Temperatur, relativ luftfuktighet och halten av koldioxid	26
Kvävedioxid, svaveldioxid och ozon	26
Flyktiga organiska ämnen, formaldehyd och polycykliska aromatiska kolväten	26
Partiklar, elementärt kol och kolmonoxid	26
Laboratorier	26
Råd och rekommendationer	28
Referenser och vidare läsning	34



FRÅN FORSKNING TILL PRAKTISK NYTTA

Sjöfolkets guide till god innemiljö innehåller handfasta råd och tips på hur du kan undersöka och bedöma innemiljön på fartyg och hur du kan minska exponeringen för farliga ämnen vid olika typer av arbeten.

Syftet med den här broschyren är att ge en överblick över vilka farliga ämnen som kan finnas i innemiljön på fartyg, hälsorisker som är förknippade med dessa ämnen, vad du själv kan göra för att minska riskerna, samt vilka arbetsmiljöregler som gäller. Informationen är baserad på kunskap från tre tidigare forskningsprojekt som genomförts av Sarka Langer, IVL Svenska Miljöinstitutet, och Cecilia Österman, Linnéuniversitetet, under åren 2013–2022. Det är vår förhoppning att materialet ska vara användbart både för dem som berörs av innemiljön ombord och för andra med ansvar och uppgifter i fartygens arbetsmiljö- och säkerhetsarbete.

Projektens rapporter och vetenskapliga publikationer hittar du i avsnittet referenser.



**LUFTFÖRORENINGAR
KOMMER OCKSÅ
FRÅN RENGÖRING,
MÅLNING, SVETSNING
OCH MATLAGNING**

FARTYGENS INNEMILJÖ OCH LUFTKVALITET

Eftersom sjöpersonal ofta jobbar under långa tider ombord med små möjligheter till variation och miljöombyte är fartygens inomhusmiljö och luftkvalitet viktiga för både hälsa och välbefinnande.

Samband mellan luftföroreningar och hälsa

Människan tillbringar större delen av sin tid inomhus, antingen hemma, på arbetsplatsen eller i fordon. I bostäder och kontorsmiljöer är de vanligaste källorna till luftföroreningar kopplade till byggnadsmaterial, möbler, färger och rengöringsprodukter. Till exempel avges formaldehyd från spånskivor och textilier, organiska föreningar från lösningsmedel, färger och lim, mjukgörare, och aldehyder från mattor. Det är framför allt nya material som avger flyktiga ämnen till luften men en del ämnen kan avge emissioner under flera år. Även om halterna är låga kan kemikalierna lukta och upplevas irriterande.

I inomhusluften finns också alltid damm och partiklar. En stor del av föroreningarna i inomhusmiljön kommer från människorna själva och våra produkter för personlig hygien som deodorant, schampo och kosmetika. Andra ämnen som ozon och kvävedioxid härstammar från utomhusluft och förs in genom ventilationssystem.

Sambanden mellan inomhusmiljön och hälsa är komplexa, det är många olika faktorer som påverkar. Hur farligt det är att exponeras för ett visst ämne beror på hur skadligt eller giftigt ämnet är och hur stor dos som behövs för att det ska uppstå negativa hälsoeffekter. Hälsoeffekterna kan vara antingen lokala eller systemiska. Lokala hälsoeffekter på kroppen kan exempelvis vara frätskador på huden, irritation i ögon och luftvägar efter att ha varit i direktkontakt med ett ämne. Systemiska hälsoeffekter kan uppkomma när exponeringen har lett till att ämnet tagits upp i ett eller flera organ via huden, andningsvägarna eller genom förtäring. Det kan leda till akut förgiftning eller långsiktiga skador, såsom allergi eller cancer.

Inomhusluften på fartyg

Eftersom sjöpersonal ofta jobbar under långa tider ombord med små möjligheter till variation och miljöombyte är fartygens inomhusmiljö och luftkvalitet viktiga för både hälsa och välbefinnande. Sjöpersonal är en av de yrkesgrupper som är särskilt utsatta för farliga ämnen som härstammar från bränslen och avgaser. Den slutna miljön innebär också risk för att smittsamma sjukdomar sprids på fartyg, särskilt i andningsorganen.

Innemiljö och luftkvalitet ombord påverkas till stor del av vilken typ av bränsle som används och hur fartygets ventilationssystem är utformat. Dessa faktorer påverkar vilka kemiska luftföroreningar och partiklar som finns i luften men också den termiska komforten, alltså hur vi upplever temperatur och drag på en arbetsplats eller i en hytt.

Inomhusluften ombord tas från utomhusluften genom fartygets ventilationssystem där den kan renas, värmas och kylas. I hamn och i tätt trafikerade farleder kan föroreningar från industrier och andra fartygs avgaser följa med in till inomhusmiljön. Inne i fartyget tillkommer andra luftföroreningar. Det är främst ämnen som avges från bränslen, smörjoljor och motoravgaser, men också från aktiviteter som exempelvis rengöring, målning, svetsning och matlagning. Luftföroreningarna kan förekomma i gasform eller som partiklar av olika storlek. Detaljerade analyser visar att inomhusluften på fartyg innehåller en sammansatt blandning av främst koldioxid, kolmonoxid, svaveldioxid och kväveoxider men också aromatiska kolväten som bensen, toluen, xylener, raka alifatiska kolväten samt polycykliska aromatiska kolväten, så kallade PAH-ämnen.

REGLER OCH RIKTLINJER

Vilka arbetsmiljöregler som gäller ombord beror på var fartyget är registrerat. För svenskflaggade fartyg gäller Transportstyrelsens och Arbetsmiljöverkets regler och gränsvärden för luftföroreningar. Många fartyg omfattas också av andra typer av riktlinjer, från bland andra klassificeringssällskap, lastägare och branschorgan. För allmänna inomhusmiljöer finns det hälsobaserade riktvärden för luftföroreningar. Dessa är inte framtagna specifikt för fartyg utan kan användas som jämförelse.

FN:s sjöfartsorgan International Maritime Organization (IMO) med säte i London arbetar med att ta fram internationella regler och rekommendationer för sjöfarten. Dessa sätts sedan i kraft genom flaggstaternas nationella lagstiftning. Det innebär att reglerna för arbetsmiljö och säkerhet kan skilja sig åt beroende på var fartyget är registrerat. Två fartyg i samma rederi som är registrerade med olika flagg kan alltså omfattas av skilda arbetsmiljöregler.

Många fartyg omfattas också av andra typer av riktlinjer och anvisningar, från bland andra klassificeringssällskap, lastägare och branschorgan. Denna typ av riktlinjer ställer många gånger högre krav på arbetsmiljö och säkerhet än vad lagen föreskriver. För tankfartyg finns exempelvis ISGOTT, International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals, en omfattande internationell branschgemensam rekommendation för hur fartyg och kajanläggningar ska vara utformade och hur de ska samverka kring säkerhet, hälsa och miljö i samband med hantering av petroleumprodukter.

Arbetsmiljöregler för svenskflaggade fartyg

Svenskflaggade fartyg är de enda arbetsplatser i Sverige där inte Arbetsmiljöverket är tillsynsmyndighet. I stället är det Transportstyrelsen som har rätt att utfärda regler för arbetsmiljön ombord och som ska se till att reglerna efterlevs. Det innebär att det finns en del skillnader mellan arbetsmiljöreglerna ombord och de som gäller för arbetsplatser i land.

Ibland tar det tid innan nya arbetsmiljöregler börjar gälla även för besättningen ombord.

Arbetsmiljön på fartyg regleras i Sverige av Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om arbetsmiljö på fartyg. Genom dessa föreskrifter sätts ett urval av Arbetsmiljöverkets föreskrifter i kraft, bland annat reglerna om kemiska riskkällor, gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön, samt de delar av reglerna kring utformning av arbetsplatser som berör ventilation och luftkvalitet.

Rederiets ledning har det övergripande arbetsmiljöansvaret för anställda i rederiet. För arbetsmiljön ombord ansvarar i regel befälhavaren. Både internationella krav på ett fungerande säkerhetsledningssystem (Safety Management System) och svenska krav på systematiskt arbetsmiljöarbete (SAM) innebär att arbetsmiljön regelbundet ska undersökas och riskbedömas, samt att risker för ohälsa och olycksfall ska åtgärdas och följas upp. Kraven gäller alla delar i arbetsmiljön – den fysiska, organisatoriska och sociala – och dessa delar samspelar många gånger.

Kemiska arbetsmiljörisker ska åtgärdas så långt det är möjligt

Arbetsmiljöreglerna innebär att alla arbetsgivare är skyldiga att regelbundet undersöka och riskbedöma arbetsmiljön för att avgöra vilka åtgärder som krävs för att arbetet ska vara säkert. Av arbetsmiljölagen framgår det att åtgärder för att minska kemiska arbetsmiljörisker på arbetsplatsen ska utgå från en så kallad åtgärdstrappa. Det innebär att så långt det

är möjligt ska risker undvikas eller begränsas med gemensamma tekniska eller organisatoriska åtgärder. Det sista steget i åtgärdstrappan är personlig skyddsutrustning. Den ska användas när det inte går att begränsa risken mer med andra åtgärder.

Arbetsplatser ska ha en tillfredsställande luftkvalitet i vistelsezonen. Så långt som möjligt, ska luften vara fri från föroreningar som kan vara skadliga för hälsan eller ge besvärande lukt. Det ska finnas ventilationssystem som tillför tillräcklig mängd uteluft och för bort luftföroreningar. Arbetsplatser inomhus ska ha ett lämpligt termiskt klimat. Temperaturen och lufthastigheten behöver anpassas beroende på om arbetet är lätt eller tungt, rörligt eller utförs stillasittande. Om olika arbetsuppgifter sker i olika delar av en lokal, kan de behöva ha olika termiskt klimat.

Gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön

Arbetsmiljöverkets gränsvärden för luftvägsexponering anger den högsta godtagbara genomsnittshalten av ett ämne i luften på arbetsplatsen, mätt som personlig exponering och beräknat som ett tidsvägt medelvärde. Svenska och internationella gränsvärden för yrkesmässig exponering av farliga ämnen baseras på vetenskapliga grunder om kända dos-respons-effekter, det vill säga hur höga doser av ett ämne som människor kan utsättas för utan att drabbas av akuta eller långvariga hälsoeffekter. Gränsvärden utgör underlag för beslut om hur länge det är tillåtet att arbeta i en viss atmosfär, utifrån typ av ämne och koncentration och anges som nivå- eller korttidsgränsvärden.

Nivågränsvärde: Gränsvärde för luftvägsexponering under en arbetsdag, normalt 8 timmar. Nivågränsvärden är bindande och får inte överskridas. Till sjöss är det vanligt med längre arbetsdagar än 8 timmar. Då kan en schablonmetod användas för att beräkna halten där gränsvärdet multipliceras med 8/x där x är arbetstidens längd i timmar. Längre arbetstid innebär ett lägre nivågränsvärde.

Korttidsgränsvärde: Gränsvärde för luftvägsexponering under en referensperiod av 15 minuter (för några ämnen 5 minuter). En exponering motsvarande ett 15 minuters korttidsgränsvärde bör inte förekomma under längre tid än 15 minuter per timme.

Gränsvärdena gäller under förutsättning att de personer som exponeras inte utför starkt fysiskt belastande arbetsuppgifter som ökar andningen och därmed även upptaget av luftföroreningar.

Generella riktlinjer och rekommendationer för inomhusluft

WHO:s expertgrupp *International Agency for Research on Cancer (IARC)* har placerat in närmare 1000 ämnen (verksamma ämnen) i fem grupper beroende på hur cancerframkallande de anses vara. Riskgrupp 1 innebär att ämnet är känt cancerframkallande för människor, grupp 2A att ämnet troligen är cancerframkallande för människor, och grupp 2B att det möjligen är cancerframkallande för människor.

Gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön är anpassade efter industriella arbetsplatser där anställda vistas under arbetspass på vanligtvis åtta timmar. På fartyg är det lite annorlunda eftersom de anställda både arbetar och bor ombord under längre tider i sträck än vad som normalt är fallet på en landbaserad arbetsplats. För att få en uppfattning av hur uppmätta halter förhåller sig till andra omgivningar kan de jämföras med Världshälsoorganisationens hälsobaserade riktvärden för inomhusluft (WHO, 2021). Dessa riktvärden är framtagna för utomhusluft men gäller även för bostäder och andra icke-industriella miljöer. Riktvärdena är betydligt lägre än de hygieniska gränsvärdena och bör inte överskridas. Uppmätta halter kan också jämföras med mätningar som undersökt svenska bostäder och hos andra relevanta yrkesgrupper.

I Sverige har Folkhälsomyndigheten tagit fram allmänna råd om termiskt inomhusklimat i bostäder och allmänna lokaler. Råden omfattar rekommendationer för temperatur, luftfuktighet och drag där de flesta människor upplever god termisk komfort. Råden innehåller också riktvärden för när inomhusklimatet kan innebära olägenhet för människors hälsa. Även om råden inte specifikt riktar sig till boendemiljöer ombord, ger de en fingervisning om vilken kvalitet inomhusklimatet bör hålla för god komfort och inte utgöra direkt eller indirekt hälsorisk.

Sammanställning över luftföroreningar

Tabellerna 1–3 visar en sammanställning över de luftföroreningar som ingår i Sjöfolkets guide. Tabellerna innehåller uppgifter om ämnets IARC riskgrupp, gränsvärden, Världshälsoorganisationens hälsobaserade riktvärden, samt tidigare uppmätta halter i allmänna inomhusmiljöer som bostäder och kontor som jämförelse. Tabell 1 visar gränsvärden och riktvärden för gasformiga luftföroreningar och Tabell 2 för damm och partiklar. Tabell 3 sammanställer parametrar för termiskt klimat.

Tabell 1. Översiktlig sammanställning över gasformiga ämnen.

Förorening	IARC riskgrupp	Nivågräns-värde (8h)	Korttidsgräns-värde (15 min)	WHO riktvärde inomhusmiljöer	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Benso(a)pyren	1	2 µg/m ³	20 µg/m ³	0,0012 µg/m ³	0,0000005 – 0,0005 µg/m ³
Bensen	1	1500 µg/m ³ (0,5 ppm) Från april 2026: 660 µg/m ³ (0,2 ppm)	9 000 µg/m ³ (3 ppm)	1,7 µg/m ³	0,6 – 25 µg/m ³
Formaldehyd	1	370 µg/m ³	740 µg/m ³	100 µg/m ³ 30 minuter 10 µg/m ³ långtidsmedelvärde	4 – 160 µg/m ³
Kolmonoxid	-	23 mg/m ³ (20 ppm)	117 mg/m ³ (100 ppm)	4 mg/m ³ (3 ppm) dygnsmedelvärde	Mäts vanligen inte i bostäder och kontor
Koldioxid	-	9 000 mg/m ³ (5 000 ppm)	18 000 mg/m ³ (10 000 ppm)	1 000 ppm momentant värde	400 – 2 000 ppm
Kvävedioxid	-	960 µg/m ³	1 900 µg/m ³	25 µg/m ³ dygnsmedelvärde 10 µg/m ³ årsmedelvärde	3 – 40 µg/m ³
Naftalen	2B	50 000 µg/m ³	80 000 µg/m ³	10 µg/m ³	<0,00001 – 26 µg/m ³
Ozon	-	200 µg/m ³	600 µg/m ³	100 µg/m ³ 8h medelvärde	0,1 – 97 µg/m ³
Svaveldioxid	-	1 300 µg/m ³ (0,5 ppm)	2 700 µg/m ³ (1 ppm)	40 µg/m ³ dygnsmedelvärde	Mäts vanligen inte i bostäder och kontor
TVOC	-	-	-	200 – 300 µg/m ³	40 – 420 µg/m ³

Tabell 2. Sammanställning över damm och partiklar.

Förorening	Nivågränsvärde (8h)	Korttidsgränsvärde (15 min)	WHO riktvärde inomhusmiljöer	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Oorganiskt damm, respirabelt	2,5 mg/m ³	-	-	Ej tillämbart
Oorganiskt damm, inhalerbart	5 mg/m ³	-	-	Ej tillämbart
PM _{2,5}	-	-	15 µg/m ³ dygnsmedelvärde 5 µg/m ³ årsmedelvärde	2–430 µg/m ³
PM ₁₀	-	-	45 µg/m ³ dygnsmedelvärde 15 µg/m ³ årsmedelvärde	2–1 200 µg/m ³
Elementärt kol	50 µg/m ³	-	-	0,5–7 µg/m ³

Tabell 3. Sammanställning över parametrar för termiskt klimat.

Parameter	Arbetsmiljöer	Allmänna inomhusmiljöer	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Temperatur	20–24 °C vintertid 20–26 °C sommartid vid stillasittande arbete	20–24 °C	19–24 °C
Relativ luftfuktighet	-	25–60 %	25–57 %

GASFORMIGA LUFTFÖRORENINGAR

Många luftföroreningar förekommer normalt i vår omgivningsluft men halterna kan bli förhöjda på grund av processer och arbeten som sker i närheten. I det här avsnittet beskrivs några viktiga och vanligt förekommande gasformiga luftföroreningar i inomhusmiljön. För varje ämne redogörs för var de uppkommer ombord, vilka akuta och långsiktiga hälsoeffekter en ohälsosam exponering kan leda till, samt vilka gränsvärden och riktlinjer som finns.

Dieselavgaser

Var uppkommer det ombord?

Den huvudsakliga källan till dieselavgaser i inomhusmiljön är från fartygets förbränningsmotorer. Avgaserna från dieselmotorer består av komplicerade blandningar av gaser och partiklar. Till stor del utgörs dieselavgaser av kväveoxider, koldioxid, kolmonoxid och kolväten. I dieselavgaserna finns också ultrafina partiklar från ofullständig förbränning. Partiklarna innehåller elementärt kol (EC), organiska ämnen, metaller och andra ämnen. Hälsoeffekter, gränsvärden och riktlinjer redovisas separat för de mest framträdande av dessa ämnen.

Hälsoeffekter

Det är känt att dieselavgaser kan orsaka inflammatoriska förändringar i lungorna, lungcancer och hjärt-kärlsjukdom. Sedan 2012 klassificerar Världshälsoorganisationens (WHO) expertgrupp för cancerforskning (IARC) dieselavgaser riskgrupp 1A, samma som bland annat asbest och arsenik. Beslutet baseras på stort vetenskapligt stöd för att dieselavgaser är kopplade till ökad risk för lungcancer (IARC, 2012).

Gränsvärden och riktlinjer

I takt med att kunskapen om riskerna har ökat har därför internationella och svenska gränsvärden och hälsobaserade riktlinjer sänkts i flera omgångar under de senaste decennierna. Under många år har kvävedioxid använts som dimensionerande ämne för exponeringen för dieselavgaser i arbetsmiljön. Sedan februari 2023 ska gränsvärdet för dieselavgas exponering bedömas genom mätning av elementärt kol (EC). Nivågränsvärdet för elementärt kol är 50 µg/m³. Elementärt kol finns främst i dieselavgaser och blir mer specifikt som gränsvärde då risken för störningar från andra källor är mindre.

Kvävedioxid

Var uppkommer det ombord?

I omgivningen bildas kväveoxider – kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂) – vid förbränning i höga temperaturer. Den huvudsakliga källan till kväveoxider i inomhusmiljön är avgaser från förbränningsmotorer. Kvävedioxid bildas också vid gassvetsning då lågan riktas rakt ut i luften. Exponering för kvävedioxid orsakade på 1940-talet flera dödsfall på svenska varv efter gassvetsning i slutna utrymmen.

I Sverige har utsläppen av kväveoxider till utomhusluften mer än halverats från 1990 till 2020. Det beror på att utsläppen från industrin och från inrikes transporter har kunnat minskas, bland annat med hjälp av katalytisk rening.

Hälsoeffekter

Kväveoxider är retande gaser med låg vattenlöslighet. All exponering för kväveoxider kan vara hälsoskadlig, beroende på koncentration, exponeringstid och exponeringsväg. Inandning av kväveoxider kan orsaka förgiftning och vid hudexponering kan frätskador uppstå. Lungor och luftvägar påverkas bland annat genom vidgning av blodkärlen i lungorna, vilket kan utsätta astmatiker för kraftigare astmaanfall. Likaså kan kraftiga bröstsmärtor och akut andnöd vara symptom av kväveoxider. Kväveoxidernas låga vattenlöslighet gör att de kan tränga ner till lungblåsorna utan att det märks att exponeringen varit hög. Först efter flera timmar kan symptom på lungödem uppstå med akuta andningssvårigheter som i värsta fall leder till döden.

Kvävedioxid irriterar ögonen och luftvägarna, kan orsaka luftvägsinflammation, nedsatt lungfunktion och leda till nedsatt immunförsvar med ökad benägenhet för luftvägsinflammation (WHO, 2010). Även halter runt halva gränsvärdet kan upplevas

som irriterande för luftvägar och ögon. Kvävedioxid påverkar astmatiker och allergiker genom att öka känsligheten gentemot allergener (ämnen som orsakar allergi eller överkänslighet). Tester har genomförts där allergiker reagerat på en mycket liten dos av allergen, som i normalfall inte skulle påverka personerna, efter exponering för kvävedioxid.

Gränsvärden och riktlinjer

År 2019 sänktes Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden för kvävedioxid kraftigt. Nivågränsvärdet (tidsvägt medelvärde för 8 timmars arbetsdag) sänktes från 4 mg/m³ till 0,96 mg/m³ och korttidsgränsvärdet (under en referensperiod på 15 minuter) sänktes från 10 mg/m³ till 1,9 mg/m³. Gränsvärdet för kvävedioxid är avsett att ta hänsyn till den samlade effekten av de ämnen som förekommer i dieselavgaser.

Världshälsoorganisationens hälsobaserade riktvärde för kvävedioxid i inomhusmiljöer är 10 µg/m³ som årsmedelvärde samt 25 µg/m³ som dygnsmedelvärde (WHO, 2021). I tidigare svenska undersökningar har medianhalterna inomhus och befolkningens genomsnittliga exponering för kvävedioxid vanligen varit under 20 µg/m³.

	IARC riskgrupp	Nivågränsvärde (8h)	Korttidsgränsvärde (15 min)	Riktvärde inomhus	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Kvävedioxid	-	960 µg/m ³	1 900 µg/m ³	25 µg/m ³ dygnsmedelvärde 10 µg/m ³ årsmedelvärde	3 - 40 µg/m ³

Svaveldioxid

Var uppkommer det ombord?

Svaveldioxid (SO₂) bildas vid förbränning av svavelhaltigt bränsle och bildas normalt inte i inomhusmiljöer. Halten av svaveldioxid inomhus styrs till stor del av vilka koncentrationer som finns i uteluften och följer med ventilationens tilluft in.

Hälsoeffekter

Svaveldioxid är en färglös gas med stickande lukt. Den är hostretande, irriterar ögonen, kan orsaka luftvägsinflammation, nedsatt lungfunktion och nedsatt immunförsvar. I höga halter (över 400–500 ppm) kan svaveldioxid orsaka andningsbesvär och död hos känsliga individer.

Gränsvärden och riktlinjer

Nivågränsvärdet över 8 timmars arbetsdag för svaveldioxid är 1,3 mg/m³ (1 300 µg/m³). Det skyddar dock inte astmatiker. Studier har visat att det krävs halter under halva gränsvärdet för att astmatiker inte ska reagera. Världshälsoorganisationens hälsobaserade riktvärde för svaveldioxid i inomhusmiljön är 40 µg/m³ som dygnsmedelvärde.

Kolmonoxid

Var uppkommer det ombord?

Kolmonoxid (CO) bildas vid ofullständig förbränning. Kolmonoxid är färglös och luktar inte, vilket gör den svår att upptäcka. De fartygsmätningar som gjorts i de här projekten visar att det sällan förekommer några detekterbara halter, varken i maskinrum eller i andra utrymmen. De halter kolmonoxid som kunnat mätas utomhus kommer troligen från avgasplymer från det egna fartygget och från andra i närheten.

Hälsoeffekter

Kolmonoxid blockerar hemoglobinet förmåga till syreupptag. Exponering för höga halter kan leda till att personer med hjärtbesvär kan drabbas av kärlkrampssymptom eller i värsta värsta fall dö.

En studie av hälsoeffekter av långvarig exponering för kolmonoxid hos stålverksarbetare har också visat på nedsättning av den kognitiva förmågan, bland annat fatigue (trötthet) och problem med korttidsminnet. Kolmonoxid är ett så kallat ototoxiskt ämne. Det innebär att exponeringen ökar risken för hörselskador i samband med buller, även vid halter strax under gränsvärdet.

Gränsvärden och riktlinjer

Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden för kolmonoxid har sänkts i takt med ökad kunskap om dess hälsorisker. Nivågränsvärdet är 20 ppm och korttidsgränsvärdet 100 ppm. Nivågränsvärdet är 23 mg/m³ (20 ppm) och korttidsgränsvärdet är 117 mg/m³ (100 ppm).

Världshälsoorganisationen gör bedömningen att långvariga exponeringar för kolmonoxidhalter behöver vara avsevärt lägre än det hygieniska gränsvärdet för att kunna betraktas som 'säkra'. Världshälsoorganisationens hälsobaserade riktvärde för inomhusmiljöer är 4 mg/m³ (3 ppm) för 8 timmars exponering (WHO, 2021).

Koldioxid

Var uppkommer det ombord?

Koldioxid bildas vid förbränning av brännolja och nedbrytning av organiskt material. På fartyg kan det exempelvis förekomma i lastutrymmen med skogsråvara, pellets eller spannmål, samt i avloppsanläggningar. Människan andas också ut koldioxid. Därför kan mätningar av koldioxidhalten användas för att bedöma hur väl ventilationen fungerar. Ju lägre luftflöde, desto högre koldioxidhalt.

Hälsoeffekter

Koldioxid är en färglös, luktfri gas. Den är egentligen inte giftig men eftersom den är tyngre än luft, kan den orsaka kvävning. Den högsta halten koldioxid finns normalt i utrymmets lägsta punkt. Halter på över 50 000 ppm koldioxid i inandningsluften kan leda till medvetslöshet, högre halter till kvävning.

Gränsvärden och riktlinjer

Koldioxid används som en indikator för bra ventilation i inomhusmiljöer. Om koldioxidhalten i ett rum vid normal användning regelmässigt överstiger 1 000 ppm, bör detta ses som en indikation på att ventilationen inte är tillfredsställande.

Ozon

Var uppkommer det ombord?

I utomhusluften bildas ozon genom fotokemiska reaktioner som initieras av solljus. I inomhusmiljön tillförs ozon via ventilationen men det finns också processer i arbetsmiljön som kan bilda ozon, exempelvis svetsning. Eftersom ozon är en mycket reaktiv gas används den bland annat för sanering, luktborttagning och för rengöring av imkanaler i storkök och restauranger.

Hälsoeffekter

Ozon är irriterande för ögon, näsa och hals, orsakar andningsproblem och lungsjukdomar, ger försämrad lungfunktion och kan trigga astma. Riktigt höga exponeringar kan orsaka akuta skador vilka kan leda till kvarstående luftvägssjukdomar som astma eller kronisk bronkit.

Gränsvärden och riktlinjer

Arbetsmiljöverkets nivågränsvärde är 0,2 mg/m³ (0,1 ppm) och korttidsgränsvärde är 0,6 mg/m³ (0,3 ppm). När det gäller ozonaggregat i storköksmiljöer rekommenderar Arbetsmiljöverket att det bör finnas sensorer i köket som varnar för höga ozonnivåer. Ozonaggregatet ska även vara förreglat mot frånluftsfläkten och rensluckor. Alla aggregat, kanaler och rensluckor ska märkas om de kan innehålla ozon.

	IARC riskgrupp	Nivågränsvärde (8h)	Korttidsgränsvärde (15 min)	Riktvärde inomhus	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Svaveldioxid	-	1 300 µg/m ³ (0,5 ppm)	2 700 µg/m ³ (1 ppm)	40 µg/m ³ dygnsmedelvärde	Mäts vanligen inte i bostäder och kontor
Kolmonoxid	-	23 mg/m ³ (20 ppm)	117 mg/m ³ (100 ppm)	4 mg/m ³ (3 ppm) dygnsmedelvärde	Mäts vanligen inte i bostäder och kontor
Koldioxid	-	9 000 mg/m ³ (5 000 ppm)	18 000 mg/m ³ (10 000 ppm)	1 000 ppm momentant värde	400–2 000 ppm
Ozon	-	200 µg/m ³ (0,1 ppm)	600 µg/m ³ (0,3 ppm)	100 µg/m ³ 8h medelvärde	0,1–97 µg/m ³

Flyktiga organiska ämnen

Var uppkommer det ombord?

Flyktiga organiska ämnen (VOC, Volatile Organic Compounds) har sina huvudsakliga källor inomhus. De avges från bland annat byggmaterial, möbler, kontorsutrustning och rengöringskemikalier men kan också bildas vid matlagning. På ett fartyg är den största källan till VOC fartygets bränsle, både genom avdunstning och som komponent i avgaser, samt färger och lösningsmedel.

För att få en indikation på halten flyktiga organiska ämnen i inomhusluften anges den ofta som en summa av alla analyserade VOC, så kallade totalolväten (TVOC, Total Volatile Organic Compounds).

Hälsoeffekter

De organiska ämnena förmåga att orsaka hälsoeffekter varierar stort beroende på ämne, från de som inte har någon känd hälsoeffekt till de som är mycket giftiga. Flyktiga organiska ämnen bidrar till lukt vilket försämrar den upplevda inomhusluftkvaliteten. Det kan leda till huvudvärk, ögonirritation, andningsproblem och minskad prestanda. Precis som med andra föroreningar beror hälsoeffekten på många faktorer. Akuta symtom inkluderar irritation i näsa, svalg och ögon, huvudvärk, illamående, yrsel

och allergiska hudreaktioner. Dessutom kan vissa VOC-föreningar skada inre organen som lever och njurar och leda till kroniska hälsorisker.

Bensen är ett lättflyktigt organiskt ämne som många gånger ingår i brännolja. Ämnet tas upp lätt i människokroppen, antingen via inandningsluften eller genom hudkontakt. Bensen kan irritera ögonen och luftvägarnas slemhinnor, ge upphov till trötthet och i värsta fall ha en negativ inverkan på hjärtat. Bensen är placerat i riskgrupp 1, cancerframkallande för människor och kan ge leukemi.

Gränsvärden och riktlinjer

Det finns inga gränsvärden för TVOC, eftersom det omfattar en stor mängd olika flyktiga organiska ämnen med varierande egenskaper. Däremot finns det rekommenderade riktvärden för inomhusmiljöer (UBA, 2018). TVOC-halter i inomhusmiljöer ska hålla ett maximalt långtidsmedelvärde på 200 - 300 µg/m³ eller lägre om möjligt. Haltområde mellan 1 000 och 3 000 µg/m³ bör enligt UBA inte överskridas för inomhusmiljöer där människor stadigvarande vistas.

För bensen är gränsvärdet satt utifrån dess cancerframkallande effekt. Från och med april 2026 sänks Arbetsmiljöverkets nivågränsvärde för bensen ytterligare.

	IARC riskgrupp	Nivågränsvärde (8h)	Korttidsgränsvärde (15 min)	Riktvärde inomhus	Innemiljöer (bostäder, kontor)
TVOC	-	Ej angivet	Ej angivet	200-300 µg/m ³	40-420 µg/m ³
Bensen	1	1 500 µg/m ³ (0,5 ppm) Från april 2026: 660 µg/m ³ (0,2 ppm)	9 000 µg/m ³ (3 ppm)	1,7 µg/m ³	0,6-25 µg/m ³
Naftalen	2B	50 000 µg/m ³	80 000 µg/m ³	10 µg/m ³	<0,00001-5,4 µg/m ³
Benso(a)pyren	1	2 µg/m ³	20 µg/m ³	0,0012 µg/m ³	0,0000005 -0,0005 µg/m ³
Formaldehyd	1	370 µg/m ³	740 µg/m ³	100 µg/m ³ under 30 minuter 10 µg/m ³ långtids medelvärde	4 - 160 µg/m ³

Polycykliska aromatiska kolväten

Var uppkommer det ombord?

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är en grupp av flera hundra ämnen som finns som komponent i många bränslen och bildas när organiska material hettas upp eller förbränns ofullständigt med under-skott av syre. PAH-ämnen kan följa med avgaser som dras in genom fartygets ventilationssystem. De kan också dunsta från bränslen och finns även i tobaksrök.

Hälsoeffekter

Akuta och långvariga hälsoeffekter av PAH beror i huvudsak på hur exponeringen har skett (genom inandning, hudkontakt eller förtäring), hur länge och hur hög halten är. Det beror också på hur giftig PAH-föreningen är och den exponerade personens hälsotillstånd i övrigt. Kortvarig exponering för höga halter av PAH kan leda till irritation av hud och ögon, illamående och försämrad lungfunktion hos astmatiker. Långvarig exponering för låga halter av vissa PAH, bland annat benso(a)pyren kan orsaka lungcancer. Precis som dieselavgaser och bensen är benso(a)pyren placerat i riskgrupp 1. Det är ett av de äldsta kända carcinogena ämnena för yrkesmässig exponering. Redan på 1700-talet upptäcktes det att sotare drabbades av en särskild typ av cancer som kunde härledas till deras exponering för sot och 1933 identifierades benso(a)pyren som det ämne i sot och avgaser som kan orsaka cancer.

Naftalen, ett annat PAH-ämne som förekommer ombord, klassas som *möjlig cancerframkallande* hos människor (IARC grupp 2B). Naftalen uppkommer främst genom förbränningsprocesser och exponering för naftalen sker vanligen genom inandning av avgaser, lösningsmedel, smörjmedel, tobaksrök, eller konsumentprodukter som hårspray.

Exponering för naftalen kan verka irriterande för ögon och slemhinnor och kan också ge upphov till hemolytisk anemi, ett tillstånd där de röda blodkropparna bryts ner.

Gränsvärden och riktlinjer

Eftersom PAH består av många ämnen med varierande hälsoeffekter finns det inget riktvärde för totala halten PAH. Sedan 1970-talet har det funnits metoder för att mäta och analysera 16 prioriterade PAH-ämnen som identifierats av den amerikanska miljöskyddsbyrån US EPA. Denna lista har länge varit en grundreferens för att bestämma halter och hälsoskadlighet vid PAH-exponering. Under senare år har fler ämnen lagts till i listan över PAH-ämnen som bör analyseras för att ytterligare bidra till kunskapen om exponeringar och potentiella hälsoeffekter. Vilka PAH-ämnen som analyseras beror på område som studeras. Gemensamt är dock att naftalen och benso(a)pyren ingår i alla metoder eftersom de i hög grad bidrar till hälsoeffekten av PAH. Riktvärden för inomhusmiljöer anges i WHO:s riktlinjer för luftkvalitet inomhus (WHO, 2010).

Formaldehyd

Var uppkommer det ombord?

Formaldehyd uppkommer i huvudsak från olika källor inomhus, som byggmaterial och inredning. Formaldehyd är bland annat en beståndsdel i lim som används i tillverkning av spånskivor och andra träbaserade kompositmaterial. Formaldehyd är en vanligt förekommande produkt från omvandling av andra kolväten i atmosfären eller i förbränningsprocesser. På så sätt kan den bildas till exempel från förbränning av metanol i motorer med metanoldrift.


Formaldehyd har inte visat sig vara något problem på fartyg eftersom arbets- och boendemiljöer är avsevärt bättre ventilerade än exempelvis bostäder och kontorslokaler.

Hälsoeffekter

Formaldehyd är irriterande och är placerat i riskgrupp 1, cancerframkallande för människor.

Gränsvärden och riktlinjer

Nivågränsvärdet över 8 timmars arbetsdag för formaldehyd är 370 µg/m³ och korttidsgränsvärdet för 15 minuter är 740 µg/m³. Världshälsoorganisationen rekommenderar ett riktvärde på 100 µg/m³ som ett medelvärde under 30 minuter. Andra källor anger ett hälsobaserat långtidsmedelvärde (1 år) på 10 µg/m³ (Public Health England, 2019).



**DAMM OCH
PARTIKLAR
UPPKOMMER
EXEMPELVIS VID
FÖRBRÄNNING
OCH FÖREKOMMER
I AVGASER OCH
SVETSRÖK**

DAMM OCH PARTIKLAR

Damm är luftföroreningar i partikelform. Många partiklar vi andas in kan påverka hälsan, exempelvis genom att irritera näsa, svalg och luftvägar och förvärra astma. Partiklar som innehåller allergiframkallande ämnen kan leda till sensibilisering eller allergi. Risken för skadliga hälsoeffekter beror på partikelstorlek, koncentrationen av partiklar, dess kemiska sammansättning, samt exponeringstid.

Damm och partiklar i arbetsmiljön

Damm är ett samlingsnamn för mycket små fasta partiklar som finns i luften och läggs som ett lager på golv, möbler och andra ytor inomhus. Damm kan bestå av många olika typer av material. En del partiklar har naturligt ursprung, medan andra frigörs vid olika uppvärmnings- och förbränningsprocesser.

Luftburna partiklar klassificeras på olika sätt, beroende på sin storlek. De hälsorelaterade storleksfraktionerna utgörs av inhalerbar, torakal och respirabel partikelfraktion (SS-EN 481):

- » **Inhalerbar** fraktion är den mängd partiklar som man inandas genom näsa och mun.
- » **Torakal** fraktion är den del av de inhalerbara partiklarna som passerar struphuvudet.
- » **Respirabel** fraktion är de inhalerbara partiklar som når längst ner i luftvägarna, till lungornas alveoler (lungblåsor).

Eftersom partiklar kan ha olika form används ofta aerodynamisk diameter för att uttrycka mått på luftburna partiklar. Den engelska benämningen är *particulate matter* och förkortas PM. PM₁₀ anger massan av partiklar i luften som är mindre än 10 mikrometer (µm) och PM_{2,5} partiklar mindre än 2,5 µm. Som jämförelse med gränsvärdena för arbetsmiljön hamnar storleksfraktionen PM₁₀ mellan inhalerbart och respirabelt och PM_{2,5} är mindre än respirabelt damm.

Mycket små partiklar i storleksintervallet 1 – 100 nanometer (nm) kallas nanopartiklar. Tidigare var ultrafina partiklar ett vanligt begrepp inom yrkeshygien och arbetsmedicin. Eftersom nanopartiklar är så små utgör deras massa endast en liten del av masskoncentrationen av PM₁₀ och PM_{2,5}. Därför krävs det andra metoder för mätning av nanopartiklar som förenklat innebär att partiklarna sorteras efter storlek och sedan räknas det ut som antal partiklar per kubikcentimeter som finns i varje storleksintervall.

PARTIKLAR ANSES VARA DE LUFTFÖRORENINGAR SOM PÅVERKAR MÄNNISKORS HÄLSA MEST

Var uppkommer det ombord?

På fartyg uppkommer partiklar exempelvis vid förbränning och förekommer i avgaser och svetsrök. Damm kan också frigöras när kemikalier hanteras i pulverform, samt vid metallbearbetning som svarvning, borrar och slipning. Rökpartiklar från exempelvis svetsning är i regel mindre än 1 µm, vilket innebär att alla rökpartiklar kan betraktas som respirabla. Studier har visat att i fartygs inomhusluft härrör partiklar framför allt från avgaser i tilluften.

Hälsoeffekter

Partiklar anses vara de luftföroreningar som påverkar människors hälsa mest. Flera lungsjukdomar beror på att partiklar orsakar inflammation i olika delar av lungan, som exempelvis dammlunga, kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL), astma och hjärtinfarkt. Partiklar som innehåller farliga ämnen som frigörs och förs ut i kroppen med blodet kan även orsaka andra sjukdomar som är specifika för just det ämnet. Det finns också olika cancerformer som beror på damm och rök, varav lungcancer är den vanligaste. Partiklar kan också vara bärare av cancerframkallande och skadliga ämnen.

Gränsvärden och riktlinjer

I arbetsmiljösammanhang anges gränsvärden för damm relaterade till enskilda kemiska ämnen, främst metaller, eller till specifika tillverkningsprocesser som till exempel bomull, grafit, hårdplast, kol, mjöl, papper, PVC, textil eller trä. Dessutom anges gränsvärden för totaldamm med avseende på dess kemiska karaktär, om det är oorganiskt eller organiskt. När dammet består av ämnen som har särskilda gränsvärden så ska dessa värden tillämpas.

För partiklar i utomhusluften finns bindande gränsvärden för PM₁₀ och PM_{2,5}. Även Världshälsorganisationens hälsobaserade riktvärden (WHO, 2021) utgår från PM₁₀ och PM_{2,5} som storleksmått. IARC har klassificerat partiklar i utomhusluften som cancerframkallande för människor.

Sot och elementärt kol

Elementärt kol (EC) eller sot är en sorts partiklar som bildas vid nästan all typ av förbränning. I den engelsktalade litteraturen benämns det som black carbon.

Var uppkommer det ombord?

Elementärt kol är en beståndsdel av PM_{2,5}-partiklar som i huvudsak härrör från ofullständig förbränning av fossila bränslen och biobränslen. Det anses vara ett tillförlitligt mått på förbränningsrelaterade partiklar som härrör från ofullständig förbränning av fossila bränslen och biobränslen.

Hälsoeffekter

Hälsoeffekterna liknar de som följer av exponering för damm och partiklar, försämrad lungfunktion och kardiovaskulära sjukdomar.

Gränsvärden och riktlinjer

Elementärt kol är dimensionerande för dieselexponering. Nivågränsvärdet för elementärt kol är 50 µg/m³.

	IARC riskgrupp	Nivågränsvärde (8h)	Korttidsgränsvärde (15 min)	Riktvärde inomhus	Innomhus (bostäder, kontor)
Oorganiskt damm, respirabelt	-	2,5 mg/m ³	-	-	Ej tillämpligt
Oorganiskt damm, inhaled	-	5 mg/m ³	-	-	Ej tillämpligt
Organiskt damm, inhaled	-	5 mg/m ³	-	-	Ej tillämpligt
PM ₁₀	1 utomhusluft	Ej angivet	Ej angivet	15 µg/m ³ dygnsmedelvärde 5 µg/m ³ årsmedelvärde	2 - 330 µg/m ³
PM _{2,5}	1 utomhusluft	Ej angivet	Ej angivet dygnsmedelvärde	45 µg/m ³ 15 µg/m ³ årsmedelvärde	2 - 210 µg/m ³
Elementärt kol	-	50 µg/m ³	Ej angivet	Ej angivet	0,5-7 µg/m ³

TERMISKT KLIMAT OCH KOMFORT

Termiskt klimat, det vill säga lufttemperatur och relativ luftfuktighet har stor betydelse för människans välmående. Hur det termiska klimatet upplevs beror på lufttemperatur, strålningstemperatur och luftfuktighet. Det påverkas också av vilken typ av arbete som utförs, om det är stillasittande eller rörligt, samt hur väl anpassad klädseln är för det arbete som ska göras.

Betydelse av behagligt termiskt klimat

Kyla, värme och drag kan ge upphov till indirekt och direkt hälsopåverkan. En temperatur mellan 20–24 °C och en relativ luftfuktighet mellan 30–70% upplevs av de flesta som en bra miljö. Vad som upplevs som lämplig temperatur påverkas också av lufthastigheten, det vill säga hur mycket det drar.

För hög eller för låg temperatur kan upplevas obehagligt och påverkar såväl fysisk som mental arbetskapacitet. Direkta effekter vid varmt klimat är bland annat huvudvärk och trötthet. Kallt klimat kan ge upphov till ledbesvär och lungsjukdomar. Hjärt- och kärlsjukdomar är representerade både vid varmt respektive kallt klimat. Indirekta konsekvenser är koncentrationssvårigheter som kan bidra till en ökad olycksrisk. När kroppen utsätts för termisk belastning ökar också upptaget av luftföroreningar då vi behöver andas mer.

Relativa luftfuktigheten inomhus är kopplad till temperaturen. Värmer man upp kall uteluft så sjunker relativa luftfuktigheten (RF). RF är ett mått på hur mycket vattenånga som luften kan hålla vid en viss temperatur. Vid RF över 70% ökar risken för mögeltillväxt och en ökad kvalstermängd. Vid torr luft torkar slemhinnor i ögon, näsa och hals ut. Det kan ge upphov till irriterade och torra ögon, torr hud och läppar, samt näsblod. Vid RF under 40% kan statisk elektricitet uppstå. Förutom att det är obehagligt för den som utsätts för urladdningen kan det ge upphov till störningar i elektroniska system.

Gränsvärden och riktlinjer

Det finns inga exakta temperaturgränser för hur varmt det får vara på arbetet, varken inomhus eller utomhus. Av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om utformning av arbetsplatser framgår att arbetsplatser inomhus ska ha ett lämpligt termiskt klimat, anpassat efter den verksamhet som bedrivs. Temperatur och lufthastighet ska anpassas till typen av arbete, om arbetet är lätt eller tungt eller om det är rörligt eller utförs stillasittande.

Av Arbetsmiljöverkets allmänna råd framgår att lufttemperaturen vid lätt och stillasittande arbete bör ligga inom temperaturområdet 20–24 °C vintertid och 20–26 °C sommartid. Annars behöver en närmare undersökning och riskbedömning göras. Vid stillasittande arbete bör lufthastigheten vara lägre än 0,15 m/s. Vid mer rörliga arbeten, eller vid högre lufttemperaturer kan lufthastigheten vara högre. Om olika arbetsuppgifter sker i olika delar av en lokal, kan de behöva ha olika termiskt klimat.

Fasta arbetsplatser utomhus ska utformas så att de arbetande skyddas mot väder och vind. Tillfälliga arbetsplatser utomhus ska så långt som möjligt utformas så att de som arbetar är skyddade mot väder och vind.

Folkhälsomyndigheten har gett ut allmänna råd om temperaturer inomhus som gäller för bostadsutrymmen och allmänna innemiljöer (FoHMFS 2014:17). Rekommendationer för ventilation, luftkvalitet och termiskt klimat finns också i internationella standarder.



	Riktvärde arbetsmiljö	Riktvärde innemiljö	Innemiljöer (bostäder, kontor)
Temperatur	20–24 °C vintertid 20–26 °C sommartid Anpassas efter typ av arbeten	20–24 °C	19–24 °C
Relativ luftfuktighet	Ej angivet	25–60 %	25–57 %

MÄTNING OCH ANALYS AV LUFTKVALITETS- PARAMETRAR

Det finns olika sätt att undersöka vilka luftföroreningar som förekommer i inomhusmiljön. I det här avsnittet ges exempel på hur mätningar går till, vilka laboratorier som kan hjälpa till med mätningar och analyser av olika ämnen, samt information om vad som ska ingå i en mättrapport.

Planering av mätningar

Det finns olika sätt att undersöka vilka luftföroreningar som förekommer i inomhusmiljön. I Arbetsmiljöverkets föreskrifter om gränsvärden för luftvägs-exponering i arbetsmiljön finns regler för vilka ämnen som kan behöva mätas beroende på typ av luftförorening, hur mätningen ska planeras och hur den ska gå till.

Om undersökningen ska göras i syfte att bedöma hur halterna förhåller sig till gränsvärdena behöver mätningarna utföras med personburna provtagare som placeras i andningszonen. Mätningarna ska planeras tillsammans med de medarbetare som berörs.

Mätrapportens innehåll

För att exponeringsmätningen ska kunna användas för en helhetsbedömning av de kemiska arbetsmiljöriskerna ska resultaten från mätningarna dokumenteras i en mättrapport som minst ska innehålla uppgifter om:

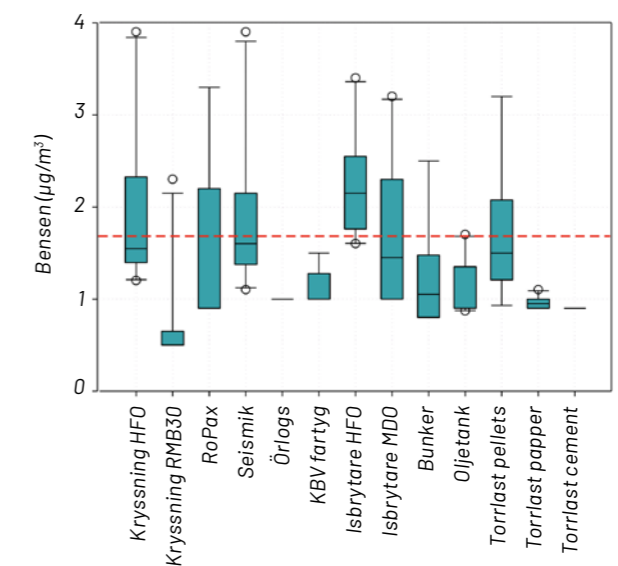
- Var mätningarna genomfördes, i förhållande till var personalen normalt vistas.
- Vilka förhållanden som rådde på arbetsplatsen under provtagningen, exempelvis vilka motorer som var i drift under vilka tider och ventilations-systemets funktion.
- Hur personalen arbetade i utrymmet, bedömning av personalens fysiska belastning som kan påverka upptagningen av farliga ämnen, samt om de bar personlig skyddsutrustning.
- Vilka andra exponeringar som förekommer samtidigt och ger en samverkande hygienisk effekt.
- En jämförelse med tidigare mätningar eller andra utredningar för att kunna sätta resultaten i perspektiv.
- Vilka åtgärder som rekommenderas med anledning av de uppmätta resultaten.

Metoder för mätningar av luftföroreningar i allmänna inomhusmiljöer kan tillämpas också för undersökningar av luftkvalitet på fartyg. Uppmätta halter kan jämföras med gränsvärden för arbetsmiljö i arbetsutrymmen eller rekommenderade riktlinjer i boendetrymmen.

Hur mätningarna genomförs

En del mätningar av luftföroreningar och inomhusklimatparametrar ombord kan man lätt genomföra själv med så kallade passiva provtagare eller enkla sensorer. Fördelen med passiva provtagare är att de inte behöver ström, samt att de är små och tysta. Vissa andra mätningar som till exempel partiklar kräver mera avancerade instrument som hanteras av erfaren personal. Instruktioner för mätning av gasformiga luftföroreningar och partiklar som vanligt förekommer på fartyg beskrivs i följande avsnitt. Informationen är uppdelad efter typ av provtagare, sensorer eller instrument som krävs för de olika mätningarna.

Resultat för luftföroreningar i luft uppges som koncentration i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter). Koncentrationen är ett medelvärde över provtagningsperioden.



Halter av bensen på olika fartyg. Den röda streckade linjen visar riktvärdet för bensen i inomhusmiljö på $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Temperatur, relativ luftfuktighet och halten av koldioxid

Det finns en del sensorer för mätning av temperatur, luftfuktighet och koncentration av koldioxid (CO₂) på marknaden. Vi har bra erfarenhet av robusta och stabila sensorer av fabrikat Wöhler. Kombinationsinstrumentet CDL210 mäter och loggar koldioxid (ppm), luftfuktighet i procent och temperatur. Loggad data kan efter avslutad mätning överföras via en USB-kontakt och bearbetas i ett enkelt program som medföljer instrumentet.

Wöhler KM 410 är en handhållen, batteridrivna variant av kombinationsinstrument. KM410 mäter och loggar koldioxid, kolmonoxid, temperatur och relativ fuktighet, samt beräknar och loggar även våttemperatur och daggpunkt. Instrumenten kan köpas exempelvis från Swema.se.

Kvävedioxid, svaveldioxid och ozon

Kvävedioxid (NO₂), svaveldioxid (SO₂) och ozon kan mätas med IVL:s passiva provtagare. Principen för provtagningen är att luften diffunderar in i provtagaren varpå luftföroreningarna samlas på ett impregnerat filter. Provtagarna kan beställas hos IVL Svenska Miljöinstitutet. Detaljerade instruktioner för uppsättning och nedtagning följer med beställda provtagarna. Provtagningstiden är 1-2 veckor. Efter avslutad provtagning skickas provtagare till laboratoriet för analys. Kostnaden för provtagare och analys är ungefär 500 - 800 kr.

Flyktiga organiska ämnen, formaldehyd och polycykliska aromatiska kolväten

Flyktiga organiska ämnen (VOC), formaldehyd och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) kan också mätas med passiva provtagare.

För passiv provtagning av flyktiga organiska ämnen (VOC) används rör innehållande Tenax[®] adsorbentmedium (Tenaxrör). VOC analyseras både som summa av VOC i provet (TVOC) och genom att identifiera och kvantifiera individuella ämnen, så som bensen.

Formaldehyd mäts med ytterligare en annan typ av passiva provtagare. Analyser kan beställas från IVL Svenska Miljöinstitutet. Kostnaden för provtagare och analys är ungefär 2 500-3 000 kr.

PAH mäts med passiv specialprovtagare bestående av polyuretanskum (PUF). Provtagaren är cylindrisk, ungefär 10 cm lång, 2 cm i diameter. Under provtagningen placeras PUF-provtagaren i en särskild skyddsbehållare av metall med en nätstorlek på 1 mm.

Halten kan bestämmas för 32 specificerade PAH-ämnen, inklusive de 16 PAH-ämnen som prioriteras av den amerikanska Naturvårdsverket US EPA. Naftalen och benzo(a)pyren är de PAH-ämnen som är mest relevanta i arbetsmiljösammanhang. Provtagare, analys och prisuppgift kan beställas från Arbets- och miljömedicin Syd.

Partiklar, elementärt kol och kolmonoxid

Partiklar PM₁₀ och PM_{2,5} mäts antingen genom ansamling på filter eller med hjälp av direktvisande instrument. Båda mätmetoderna kräver att de utförs av erfaren personal. Mätningen kan beställas från IVL Svenska Miljöinstitutet.

Elementärt kol mäts med ett speciellt instrument, så kallad aethalometer. För mätningen kan man vända sig till Arbets- och miljömedicin Göteborg.

Kolmonoxid mäts med direktvisande instrument. IVL Svenska Miljöinstitutet erbjuder den här typen av mätningar.

Laboratorier

Arbets- och miljömedicin Göteborg

formaldehyd, elementärt kol, inhalerbart damm, respirabelt damm och totaldamm

Arbets- och miljömedicin Syd

inhalerbart damm, respirabelt damm, totaldamm, naftalen och benzo(a)pyren

IVL Svenska Miljöinstitutet

kvävedioxid, svaveldioxid, kolmonoxid, flyktiga organiska ämnen (VOC), partiklar, formaldehyd, koldioxid, temperatur och relativ luftfuktighet



Uppsättning av provtagare för mätning av flera olika luftföroreningar. Kvävedioxid (röd knapp), svaveldioxid (blå knapp), ozon (vit knapp), flyktiga organiska ämnen (stålrör), polycykliska aromatiska kolväten (skumplast i skyddsnät) och formaldehyd (vitt rör i mitten). Förslutning på stålröret tas bort när mätningen ska påbörjas.



RÅD OCH REKOMMENDATIONER

Undersökningar av fartygs inommiljö visar att luftkvaliteten till största del är god men att det finns utrymme för förbättringar. Även om luftkvaliteten inte utgör någon hälsorisk, har den betydelse för hur inommiljön upplevs och besättningens arbetsprestation. I det här avsnittet lämnar vi förslag på tekniska och organisatoriska åtgärder som kan vidtas för att ytterligare förbättra fartygens inommiljö, arbets- och boendemiljö.

Både svenska och internationella gränsvärden för yrkesmässig exponering av farliga ämnen baseras dels på vetenskapliga grunder om kända dos-respons-effekter, det vill säga hur höga doser av ett ämne som människor kan utsättas för utan att drabbas av akuta eller långvariga hälsoeffekter. Men gränsvärden sätts också medhänsyn till ekonomi, sociala konsekvenser och vad som är tekniskt och praktiskt genomförbart. Det går alltså inte med säkerhet att säga att luftföroreningarna är helt ofarliga när de förekommer i halter under gränsvärdet.

För några av de luftföroreningar som undersökts, som bensen och PAH-ämnen, menar Världshälsoorganisationen att det inte går att rekommendera några säkra halter (WHO, 2010). I praktiken innebär det att riskerna som följer av exponering för farliga luftföroreningar ska hanteras enligt principerna för preventionshierarkin – en åtgärdstrappa – där riskerna så långt som det är praktiskt möjligt (ekonomiskt och tekniskt) ska elimineras eller minimeras.

Fartygens luftkvalitet har betydelse både för hur inommiljön upplevs och för besättningens arbetsprestation. Vilka halter av olika ämnen som förekommer i inommiljön påverkas till stor del av *fartygstyp och vilken typ av drivmedel* som fartygen kör på. Det här är beslut som fattas på strategisk operativ nivå och som besättningen har ingen eller liten möjlighet att påverka. Men med en genomtänkt utformning av fartygets tekniska utrustning och ventilationssystem går det att få ner halterna av farliga luftföroreningar

även på tankfartyg och i maskinutrymmen, där generellt de högsta halterna kan förväntas.

Även *arbetsuppgifterna* som utförs har stor påverkan på sjöfolkets exponering för luftföroreningar. Även om servicepersonalen generellt exponeras i mindre grad så kan det finnas arbetsuppgifter och arbetsförhållanden även för dem som behöver undersökas. Det är därför viktigt att för samtliga personalkategorier identifiera vilka arbetssituationer ombord som kan innebära förhöjd risk för ohälsa och olycksfall, för att kunna vidta lämpliga tekniska, organisatoriska och individuella åtgärder.

Åtgärdsförslag för befintliga fartyg

I det här avsnittet ges exempel på undersökningar och åtgärder som kan utföras för att förbättra inommiljön på befintliga fartyg. Utifrån den så kallade åtgärdstrappan ska åtgärder först och främst undanröja och begränsa riskerna. Det kan handla om tekniska åtgärder som exempelvis att se över allmänventilation och punktutsug eller undersöka om det går att införa slutna processer för att minska exponeringen. Det kan också handla om organisatoriska åtgärder som att undersöka hur arbetet är organiserat och se om riskerna kan minskas genom att exempelvis begränsa tiden som medarbetaren är exponerad för risken eller införa arbetsrotation. Användning av personlig skyddsutrustning ska alltid vara det sista steget i åtgärdstrappan.

Kontroll och underhåll av ventilationssystem

Ett fartyg har i regel flera ventilationssystem ombord. Det behöver finnas fungerande rutiner för regelbundna kontroller och rengöring av systemen så att luftföroreningar fångas upp på ett effektivt sätt och att alla utrymmen har tillräcklig luftomsättning. Det gäller såväl system för allmänventilation som för processventilation och punktutsug i verkstäder, färgförråd, kök, med flera utrymmen.

Personalen behöver också ha tillgång till skriftliga instruktioner där det tydligt framgår hur de enskilda systemen fungerar, hur service och underhåll utförs på ett säkert sätt, samt felsökningsschema.

För att minska spridningen av damm och skadliga ämnen kan handverktyg som exempelvis svetsmunstycken, slipmaskiner och kapmaskiner utrustas med integrerade utsug som effektivt fångar upp luftföroreningar. Integrerade utsug fångar föroreningar nära källan, innan de hunnit spridas i arbetslokalen.

Ordning och reda

Generellt är det viktigt med rutiner för ordning och reda och hygien i både arbets- och boendetrymmen. Fartygsarbete innebär att många människor vistas inom relativt begränsade ytor. Tidigare forskning har visat att det därför finns en ökad risk för smittspridning av infektionssjukdomar. Dålig ventilation, bristande underhåll av ventilationssystemen, bristfällig städning eller felaktiga städmetoder, kan öka risken för hälsobesvär. Bra rutiner för städning håller nere partikelhalten eftersom damm fungerar som en partikelreservoar från vilken nya partiklar ständigt virvlar upp. Med fungerande rutiner för rengöring av lokaler och utrustning blir det också lättare för den personal som utför städningen att utföra ett bra arbete.

Ordning och reda underlättas av att det är klart och tydligt var utrustning, verktyg, material och liknande ska förvaras och att 'var sak har sin plats'. På arbetsplatser där personalen ofta byts ut är det viktigt att dessa rutiner är tydliga, så att de kan tillämpas av alla, även de som tillfälligt vistas på arbetsplatsen.

I kontorsmiljöer är det lämpligt att exempelvis sladdar till datorer och annan utrustning är uppsamlade i särskilda rännor eller med buntband och se till att hålla bordsytor rena så att det går att torka av och hålla rent.

De högsta halterna av skadliga ämnen har uppmätts i fartygens maskinutrymmen, särskilt i separatorrummet. Här är det därför viktigt att ha rutiner för att så långt som möjligt minska exponeringen från ångor från fartygets bränsle och smörjoljor. Tanktak och spilltråg behöver rengöras regelbundet och läckor tätas. Även mindre läckor från ventilspindlar, axeltätningar på pumpar och dylikt ska åtgärdas så snart de upptäcks. Även om det är utrymmen där det inte är tänkt att personal stadigvarande ska vistas under arbetstid så förekommer det ändå att maskinpersonal vistas många timmar i sträck i dessa utrymmen, exempelvis för rengöring och service av filter, bränsle- och smörjoljeseparatorer och annan utrustning. Själva rengöringsarbetet bör i stället utföras i särskilda rengöringsrum, i den mån det är möjligt att transportera det gods som ska rengöras. Stora kar med dieselolja för rengöring ska inte förekomma. Där det är möjligt bör andra, mindre hälsofarliga rengöringsmedel och rengöringsmetoder användas, som exempelvis ultraljudstätt eller genom så kallad clean-in-place (CIP) som inte kräver någon större demontering.

Personlig skyddsutrustning

Utifrån den så kallade åtgärdstrappan är användning av personlig skyddsutrustning alltid det sista steget på åtgärdstrappan, när det inte går att undanröja eller begränsa riskerna mer genom andra tekniska eller organisatoriska åtgärder. All personlig skyddsutrustning ska väljas och vara utformad för att passa den person som ska bära utrustningen och ska vara anpassad för det arbete som ska utföras.

I de fall som andningsskydd behöver användas ska de vara särskilt utprovade så att skyddets storlek och modell passar den som ska använda utrustningen. Anledningen är att ett och samma andningsskydd inte passar alla ansikten. Andningsskydd som ska sluta tätt mot ansiktet, så kallade tätsittande andningsskydd, behöver också täthetsprovats. Det kan göras genom en så kallad tillpassningsprovning med en lämplig kvantitativ eller kvalitativ metod. Kvantitativa metoder går ut på att antingen mäta antal partiklar innanför respektive utanför andningsskyddet eller genom att mäta lufttrycket i andningsskyddet. Den kvalitativa metoden innebär i stort att användaren har på sig sitt andningsskydd under en

DE HÖGSTA HALTERNA AV SKADLIGA ÄMNER HAR UPPMÄTTS I SEPARATORRUMMET

huva som täcker huvud, hals och axlar. Därefter sprutar man in ett smak- eller doftämne in i huvan. Om användaren kan känna smaken eller doften av ämnet, så sluter andningsskyddet inte tätt. Provingen bör göras av en person med kunskaper om användning av andningsskydd och de metoder som används vid tillpassningsprovning.

Mer utförliga beskrivningar av metoderna för tillpassningsprovning finns beskrivet i den internationella standarden SS-ISO 16975-3:2022.

Åtgärdsförslag vid nybyggnation av fartyg

Redan på planeringsstadiet är det viktigt att beakta hur fartyg utformas och vilken utrustning som väljs. Särskilt viktigt för innemiljön är:

- » valet av framdrivningssystem och bränsle,
- » ventilationsarrangemang,
- » utformning av arbetsplatser och maskinutrymmen där de högsta halterna av luftföroreningar har uppmätts

Framdrivningssystem och bränsle

Luftkvaliteten ombord påverkas i hög grad av vilket bränsle som används för framdrivnings- och hjälpmotorer. Utöver de förbättringar av luftkvaliteten som har påvisats vid användning av renare bränslen så medför sådana även andra förbättringar för arbetsmiljön. Bland annat kan underhålls- och rengöringsintervall för filter och separatorer förlängas och själva arbetet kan ofta utföras på kortare tid eftersom rengöringen blir avsevärt enklare. Fartyg som kör på tjockolja kräver mer tid och användning av mer och starkare kemikalier för rengöring av durkar, spilltråg och annan utrustning.

Alla driftalternativ har egenskaper och risker som kräver särskild hänsyn vid utformning av system, rutiner för drift och underhåll, utbildning och träning samt nödrutiner. Riskbedömningar behöver därför omfatta både risker för allvarlig skada, ohälsa och att arbetsuppgifter kan utföras på ett tillfredsställande sätt.

Samtliga flytande bränslen är att betrakta som giftiga utom naturgas. Metanol är akut giftigt, både vid förtäring och hudexponering. Däremot är det inte cancerframkallande. Eftersom fartygen fortsatt har system för att köra på petroleumbaserade bränslen har få arbetsuppgifter försvunnit helt och inget driftalternativ innebär minskade direkta kostnader för personal. Däremot ses skillnader i hur ofta olika arbetsmoment behöver utföras och under vilka förhållanden. Med renare bränslen följer ett minskat behov av rengöring av komponenter och maskinutrymmen. Det innebär i sin tur en minskad exponering för farliga ämnen och att arbetstid kan läggas på andra uppgifter som upplevs som mer värdeskapande. Eftersom många arbeten ombord innebär en samtidig exponering för flera kända riskfaktorer krävs en helhetssyn som omfattar preventiva åtgärder och ett långsiktigt hälsofrämjande arbete. Det är inte tillräckligt att rikta åtgärder endast mot de värsta exponeringarna.

Varje driftalternativ har sina unika egenskaper och risker. Dessa kräver särskild hänsyn vid utformning av system, rutiner för drift och underhåll, utbildning och träning, samt nödrutiner. Oavsett vilket alternativ som övervägs är det centralt att även arbetsmiljöaspekter beaktas så tidigt som möjligt i planerings- och projekteringsprocesser. Dessa behöver omfatta inte bara risker för allvarlig skada utan även se till att det går att utföra arbetsuppgifter på ett tillfredsstäl-



lande sätt under hela fartygets livslängd, med så liten risk för ohälsa och olycksfall som möjligt. Det kräver en systematisk genomlysning av arbetsmiljöer och arbetsuppgifter under såväl drift, underhåll som i nödsituationer.

Till största del är det maskinpersonalens arbete som påverkas av valet av framdrivningssystem och bränsle. Det är framför allt kopplat till de arbetsuppgifter som berör fartygens bränslesystem och framdrivning på olika sätt, men även arbete med annan kringutrustning som vid länsvatten- och sludgehantering, och inte minst allmän rengöring av maskinutrymmen.

Ventilationsarrangemang

För ventilationsarrangemang finns särskilda regler, exempelvis för placering av avluftningar av vissa tankar i förhållande till friskluftsintag. På svenska fartyg finns också krav på särskild processventilation i verkstäder, kök och färgförråd där blandning av färg utförs. Även för de tankar där det inte finns särskilda krav bör avluftningarnas placering och dess förhållanden till luftintag noga övervägas. Det är även viktigt att se till att motorernas avgaser leds bort från fartyget på ett sådant sätt att de inte riskerar att dras in i friskluftsintagen, oavsett vindförhållanden eller vindriktning.

Utformning av arbetsplatser och boendemiljöer

Redan på planeringsstadiet är det viktigt att säkerställa att alla vanligt förekommande arbeten kan utföras på ett säkert och effektivt sätt.

Lokaler och bostadsutrymmen behöver vara utformade och dimensionerade för normal städning. Bland annat måste det finnas tillräckligt svängrum för att komma åt med städvagn, dammsugare och annan utrustning som krävs. Även tillgång och placering av spygatter och annan avrinning behöver planeras. Fria durkytor underlättar rengöringen. I toalett- och duschutrymmen underlättas rengöringen om toalettstol och tvättställ är väggmonterade.

Maskinrum behöver utrustas med ett särskilt rengöringsrum dit filter, separatordelar och andra maskindelar kan transporteras med lyftanordning för rengöring. Det kan anordnas antingen genom lyftbalkar som löper genom maskinrummet och rakt in i rengöringsrummet, eller att det är möjligt att köra delarna dit med vagn eller pallyftare.

Rengöringsrum ska vara väl ventilerade. Överluften ska ledas ut och inte in i angränsande maskin- och personalutrymmen. Rengöringsrummet bör också ha tillgång till varmt och kallt vatten, tryckluft och uttag för högtryckstvätt.

Dessutom bör arbetet organiseras i tid och rum för att undvika onödigt hög belastning på andningsvägarna. Med ökad fysisk belastning ökar andningen och då ökar också upptaget av skadliga ämnen. Det är ofta varmt i maskinrummen i allmänhet och separatorrummen i synnerhet. Även i fartygens kök kan det ibland vara höga temperaturer, beroende på klimatzon. Arbete i stark värme ökar belastningen på kroppen varför det kan vara nödvändigt att planera för regelbundna pauser i svalare och bättre ventilerat utrymme. Denna broschyr fokuserar på upptag via andningsvägarna men upptag av skadliga ämnen sker även genom huden. Det är därför viktigt att säkerställa rutiner för byte och rengöring av arbetskläder och arbetshandskar och tillgång till lämpliga skyddshandskar av rätt typ och i rätt storlek.

Även om uppmätta halter av luftföroreningar ligger långt under gränsvärdena för intendenturpersonalen är det ändå viktigt att vid utformning av fartygens kök att säkerställa en god allmänventilation i hela utrymmet, kompletterat med särskilda utsug vid stekbord och liknande för att fånga upp luftföroreningar nära källan. Som med andra utrymmen är det också viktigt att ha bra rutiner för rengöring och service av arbetsutrustning och ventilationsanläggningar. Arbetet behöver också organiseras för att minska exponeringen för den enskilde individen genom arbetsrotation, arbetsväxling och möjligheter till paus i utrymme med lägre exponering.

På lastfartyg har kocken små möjligheter att rotera med någon annan person ombord men får i stället en naturlig arbetsväxling eftersom denne gör alla i köket förekommande arbetsuppgifter själv. Det är också färre portioner som tillagas än på ett passage-rarfartyg. På lastfartyg är kockarna mera utsatta för bränslen och deras exponering präglas av personliga vanor såsom användning av parfym/rakvatten eller tuggande av tuggummi.

Åtgärder för att minska exponeringen kan vara både tekniska och organisatoriska. Det är viktigt att säkerställa en god allmänventilation för såväl arbetsplatser som hytter. Vissa utrymmen kan behöva kompletteras med särskilda utsug eller bättre utsug, såsom arbetsplatser för svetsning och maskinbearbetning, rengöring av motordelar, blandning av färg, över stekbord i köket och liknande, för att fånga upp luftföroreningar nära källan. Det är också viktigt att ha bra rutiner för rengöring och underhåll av arbetsutrustning och ventilationsanläggningar. Organisatoriska åtgärder kan vara att planera och fördela arbetet för att minska exponeringen för den enskilde individen genom arbetsrotation, arbetsväxling och möjligheter till paus i utrymme med lägre exponering.

Att tänka efter före vid förändringar som påverkar arbetsmiljön

Arbetsmiljölagen lägger stor vikt vid planeringens betydelse för en god arbetsmiljö. På svenska arbetsplatser är det ett lagkrav att förändringar av verksamheten som kan påverka arbetsmiljön ska riskbedömas. Riskbedömningen ska göras tillsammans med arbetsmiljöombud och den personal som berörs av förändringen. Detta gäller även svenskflaggade fartyg. För fartyg som inte omfattas av svensk arbetsmiljölagsstiftning kan denna typ av riskbedömning göras för att det är en god idé, om än inte ett uttalat lagkrav. Det handlar om att upptäcka risker för att kunna åtgärda dem medan det fortfarande är möjligt.

Brister i utformningen av arbetsplatser och system riskerar att leda till att den som ska utföra uppgiften:

- » tillbringar för mycket tid med att lösa arbetsuppgiften, vilket i sin tur leder till mindre tid över för andra uppgifter.
- » utför arbetet på ett felaktigt sätt, vilket kan leda till skada på personer, utrustning och miljö.
- » blir stressad och osäker, vilket minskar förmågan att lösa uppgifter.
- » inte vet hur man utnyttjar systemens olika funktioner vilket gör att nyttan inte kommer någon till godo.

Väl utformade arbetsplatser och system leder å andra sidan till att uppgifter kan utföras på ett säkert och effektivt sätt, att det krävs minskad inlärningstid för att kunna utföra uppgiften samt ger ett ökat engagemang och ökad nöjdhet hos dem som ska utföra uppgiften. I förlängningen leder det också till lägre utvecklingskostnader.

Ju tidigare man befinner sig i arbetet med att utveckla nya arbetsplatser, desto större är möjligheterna att genomföra ändringar. Samtidigt är kostnaderna för dessa ändringar då låga. Möjligheten att kunna påverka och ändra brister i ett systems utformning minskar med tiden, samtidigt som kostnaderna för att ändra något ökar.

REFERENSER OCH VIDARE LÄSNING

Rapporter och artiklar från forskningsprojekten

Langer, S., Moldanová, J., & Österman, C. (2015). *God innemiljö på svenska fartyg*. IVL-rapport B2242. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Langer, S., Österman, C., Strandberg, B., Fridén, H. (2018). *Riskbedömning av svenska sjömäns yrkesmässiga exponering för toxiska luftföroreningar. Mätningar och enkätundersökning*. IVL-rapport B2308. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Langer, S., Österman, C., Strandberg, B., Moldanová, J., & Fridén, H. (2020). Impacts of fuel quality on indoor environment onboard a ship: From policy to practice. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83:102352.

Strandberg, B., Österman, C., Koca Akdeva, H., Moldanová, J., & Langer, S. (2022). The use of polyurethane foam (PUF) passive air samplers in exposure studies to PAHs in Swedish seafarers. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 42(2), 448-459.

Österman, C., Langer, S. (2022). *Bedömning av arbetsmiljö och säkerhet vid val av fartygsbränslen*. Kalmar: Linnéuniversitetet

Referenser

Arbetsmiljöverkets föreskrifter kan läsas och laddas ner från av.se

FoHMFS 2014:17. *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus*. Stockholm: Folkhälsomyndigheten

IARC (2012). IARC: *Diesel engine exhaust carcinogenic* (213). Lyon: International Agency for Research on Cancer.

Public Health England (2019). *Indoor Air Quality Guidelines for Selected Volatile Organic Compounds (VOCs) in the UK*. London: Public Health England.

SS-EN 481. *Arbetsplatsluft - Partiklar i aerosoler - Bestämning av storleksfördelning*. Stockholm: Svenska institutet för standarder.

SS-ISO 16975-3:2022. *Andningsskydd - Val, användning och underhåll - Del 3: Tillpassningstestning*. Stockholm: Svenska institutet för standarder.

UBA. (2018). *German Committee on Indoor Guide Values*. <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/german-committee-on-indoor-guide-values>

WHO (2010). *World Health Organization. Selected pollutants. WHO indoor air quality guidelines*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WHO (2021). *WHO Global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Global Update 2021*. Geneva: World Health Organization.

**FARTYGENS
LUFTKVALITET HAR
BETYDELSE BÅDE
FÖR HUR INNEMILJÖN
UPPLEVS OCH FÖR
BESÄTTNINGENS
HÄLSA OCH
ARBETSPRESTATION**

