



# Tillgänglig information om risker för exponering från 3D- skrivare

**Wilma Yhlen Graf, Gunilla Runström Eden, Håkan  
Tinnerberg**

# Innehåll

Förord .....	3
Sammanfattning.....	3
Bakgrund och syfte .....	4
Material och metoder .....	4
Urval.....	4
Insamling av information .....	5
Resultat.....	6
Tillverkare .....	7
Återförsäljare online.....	7
Återförsäljare fysiskt .....	9
Filament .....	10
Sammanfattning - brist på hanteringsinformation kring 3D-skrivare.....	10
1. Skrivartyper .....	10
2. Filament och material .....	11
3. Onlinebutiker.....	11
4. Fysiska butiker .....	11
Övergripande slutsats .....	11
Rekommendationer framåt .....	12
Referenser .....	13
Bilaga 1 - Tabeller .....	14
Bilaga 2 – Faktablad .....	19

## Förord

Följande rapport har skapats av Arbets- och Miljömedicin Göteborg på uppdrag av Kemikalieinspektionen.

## Sammanfattning

3D-skrivare används allt oftare i hem och offentliga miljöer, samtidigt som forskning visar att de kan avge nanopartiklar och flyktiga organiska ämnen som kan påverka hälsan. Studien syftade därför till att undersöka vilken risk- och säkerhetsinformation som konsumenter faktiskt får vid köp och användning av 3D-skrivare, och hur denna information förmedlas av tillverkare, onlineåterförsäljare och fysiska butiker.

Information samlades in genom granskning av webbsidor, bruksanvisningar, produktmaterial och kundtjänstvar, samt genom intervjuer med butikspersonal. Även presentationen av olika filamentmaterial online analyserades eftersom emissionsnivåer varierar mellan material.

Resultaten visade stora skillnader mellan tillverkare. Vissa tillhandahöll endast korta startguider utan uppgifter om emissioner, medan andra gav enkla råd om ventilation eller nämnde filterfunktioner, dock utan att förklara deras betydelse för hälsorisker. Informationen fokuserade oftare på mekaniska risker än på luftburna partiklar och gaser. Onlineåterförsäljare gav generellt ännu mindre säkerhetsrelaterad information. Produktsidorna var ofta rent tekniska och saknade helt beskrivningar av emissioner, särskilt för öppna skrivare. Filter i inkapslade modeller presenterades främst som funktioner som förbättrar utskriftskvalitet eller minskar lukt. Kundtjänst gav ibland mer utförliga svar, men kunskapen varierade.

I fysiska butiker var personalens kunskap låg och risker togs inte upp spontant. Rekommendationer om ventilation gavs först när kunden uttryckte oro, och personalen saknade ofta kännedom om att 3D-skrivare kan avge nanopartiklar och VOC. Kunskapen om olika filamentmaterial var också begränsad.

Filament presenterades huvudsakligen med marknadsföringsspråk. PLA och PETG beskrevs som luktfria och miljövänliga utan koppling till emissionsprofil, medan material med högre emissionsnivåer, som ABS och ASA, i stort sett saknade varningar.

Studien visar sammantaget att riskinformationen till konsumenter är bristfällig och oregelbunden. Konsumenter får därmed otillräckligt stöd för att bedöma risker och använda 3D-skrivare på ett säkert sätt. För att försöka åtgärda detta har Arbets- och miljömedicin tagit fram ett svenskt faktablad med information om risker och strategier för att minska exponering.

## **Bakgrund och syfte**

3D-skrivare är en relativt ny och lättillgänglig teknik som snabbt spridits till hem, skolor och offentliga miljöer. Filamentskrivare är den vanligaste skrivartypen som finns allmänt tillgänglig. Forskning visar att utskriftsprocessen kan avge nanopartiklar och flyktiga organiska ångor (VOC) (Runström Eden et al., 2022, Stefaniak et al 2021). Speciellt nivåerna av nanopartiklar kan bli mycket höga, liknande koncentrationer som kan ses i en svetsmiljö. Skrivare med öppen konstruktion saknar luftfiltrering, vilket innebär att eventuella emissioner av skadliga partiklar och gaser kan spridas direkt till omgivningen. Inkapslade skrivare är däremot vanligtvis försedda med ventilation med filter (till exempel HEPA- och kolfilter) som minskar spridning av partiklar och gaser. Emissionerna från 3D-skrivare har i studier kopplats till luftvägsirritation, oxidativ stress och inflammation (Chan et al., 2018; House et al., 2017, Farcas et al 2021). Toxikologiska rådet har i sina årsrapporter uppmärksammat dessa risker och även KEMI har lyft riskerna (Toxikologiska rådets årsrapport 2024; Kemikalieinspektionen, 2024, 2025). Det saknas dock kunskap om hur den information som finns om exponering och risker sprids i konsumentledet och vad som finns tillgängligt i form av stöd för konsumenter och användare för att kunna göra en riskbedömning. Arbets- och miljömedicin vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg fick därför i uppdrag av KEMI att undersöka detta i en mindre studie samt att ta fram ett svenskt faktablad som kan användas av konsumenter och användare av 3D-skrivare i hem och offentlig miljö.

## **Material och metoder**

### **Urval**

Studien inhämtade information från tre typer av aktörer: tillverkare av filamentskrivare, återförsäljare (endast online) samt återförsäljare med både onlinebutik och fysisk butik. De inkluderade fysiska butikerna som hade 3D-skrivare låg i Göteborgsområdet men är stora

kedjor med butiker över hela landet. Onlinebutiker valdes utifrån sökresultat vid typiska konsumentsökningar ("3D-skrivare") och prioriterades om de hade riktning mot 3D-teknik och tillhörande produkter. För varje online-återförsäljare analyserades en öppen och en inkapslad skrivare för att undersöka om informationen kring teknik och säkerhet skiljer sig beroende på skrivartyp. Samma modeller undersöktes därefter på tillverkarnas webbplatser för att jämföra hur produkt- och riskinformation varierar mellan företagstyper. Information från fysiska butiker samlades in genom riktade frågor till butikspersonal, avseende risker, placering av skrivare och vilken information personalen själva erhållit gällande 3D-skrivare. Information som kunde inhämtas vid köp av endast filament online utvärderades också. Urval av filament baserades på vanliga material för filamentskrivare: PLA (polyaktid), PETG (polyetylen tereftalatglykol), TPU (termoplastisk polyuretan), ABS (akrylnitril-butadien-styren) och ASA (akrylnitril-styren-akrylat).

## Insamling av information

Insamling av information skiljde sig mellan aktörer. På tillverkarnas webbsidor granskades främst hur teknisk och säkerhetsrelaterad information presenterades. Särskild vikt lades vid hur säkerhetsaspekter som förekomst av VOC och nanopartiklar presenterades, om bruksanvisningar var lättillgängliga samt vilken information som fanns i dem. Vidare undersöktes om det fanns rekommendationer kring placering och användning av skrivare, information riktad till oerfarna användare, samt eventuella rekommendationer kring olika filament för respektive skrivarmodell.

Motsvarande genomgång gjordes på webbsidor hos olika onlineåterförsäljare, där fokus låg på hur dessa sidor presenterade information jämfört med tillverkarna. Här noterades förekomst av säkerhetsrelaterat innehåll och eventuella rekommendationer kring placering och användning. Skillnader mellan öppna och inkapslade skrivare undersöktes, liksom variationer i hur samma skrivare presenterades av olika återförsäljare. Utöver detta granskades ifall produktsidorna innehöll särskilda sektioner avsedda för dokumentation med faro- eller säkerhetsinformation. Vidare noterades i vilken utsträckning kunder hade möjlighet att ställa specifika produktfrågor till kundtjänst samt hur denna besvarade riktade frågor kring rekommenderad placering och förekomst av skadliga ämnen.

I fysiska butiker genomfördes undersökning med hjälp av samtal med butikspersonal, för att fånga hur informationen förmedlas vid kundkontakt. De frågor som ställdes var följande;

- Vilken 3D-skrivare rekommenderar ni till en nybörjare och varför?
- Vart bör man förvara sin 3D-skrivare?
- Känner ni till några risker man kan utsättas för då man använder skrivaren?
- Vilka filament rekommenderar ni och varför?
- Har ni tilldelats informationsmaterial eller dokumentation från tillverkarna om hur man ska tänka kring användning och placering?

## Resultat

Full förteckning över insamlad data och information om specifika skrivare återfinns i bilaga

A. Tabell 1 ger en översikt över antal undersökta företag och skrivare.

Tabell 1. Information om företag, typ av verksamhet, försäljningskanal, samt typ av 3D-skrivare som undersökts hos tillverkare och återförsäljare.

Företag	Verksamhet	Försäljningskanal	3D-skrivare	
			Inkapslad	Öppen
A	Tillverkare	Webbutik	a1	a2
B	Tillverkare	Webbutik	b1, b5	b2
C	Tillverkare	Webbutik	c1	
D	Tillverkare	Webbutik	d1, d2	
E	Återförsäljare	Webbutik	a1	a2
F	Återförsäljare	Webbutik	a1	a2
G	Återförsäljare	Webbutik	b1	b2
H	Återförsäljare	Webbutik + fysisk butik*	c1	b2
I	Återförsäljare	Webbutik + fysisk butik	b1	b2
J	Återförsäljare	Webbutik + fysisk butik	a1	b3
K	Återförsäljare	Webbutik + fysisk butik	d1	b4
L	Återförsäljare	Webbutik + fysisk butik	d1	a2

\*Fysisk butik finns men har inte besökts.

## Tillverkare

Analysen av informationen från de undersökta skrivartillverkarna (A-D) visade stora skillnader i hur säkerhetsaspekter kommunicerades. Fysiska skador (till exempel brännskador) kommunicerades relativt konsekvent, medan information om luftburna emissioner antingen saknades helt eller varierade från mycket begränsad till mer utförlig beroende på tillverkare. För skrivare från företag A (a1, a2) fanns inga fullständiga bruksanvisningar tillgängliga online, endas ”quick start guides” med fokus på installation och teknisk grundinformation. Dessa saknar helt information om eventuella risker relaterade till lukt eller inandning av partiklar eller VOC:er.

Företag B:s bruksanvisningar (skrivare b1-b5) innehöll huvudsakligen generella säkerhetsanvisningar, exempelvis rekommendationer om att placera skrivare i ett svalt, dammfritt och välventilerat utrymme samt varningar för brännskador från varma delar. Det lyfts även att barn under 10 år inte bör använda skrivare utan tillsyn. Bruksanvisningarna berör dock inte gas- eller partikelfrisättning. Däremot framgick det tydligt på produktwebsidan för inkapslad skrivare b1 att tillhörande kolfilter erbjuder bra filtrering av VOC som utsöndras under utskriftsprocessen. Vidare specificerades det hur ofta filter bör bytas (rekommenderas 2-3 gånger per månad). För skrivare från företag C (c1) var informationen på produktsidan främst tekniskt inriktad. Utöver uppmaning att skrivare inte bör användas i miljöer där barn vistas saknades information om emissioner och placering. Företag D:s bruksanvisningar (d1, d2) och produktsidor gav mer omfattande information. Där framgår det att skrivare bör placeras i torr och välventilerad miljö, samt hållas utom räckhåll för barn och personer utan erfarenhet. De uppmanar att inte skriva ut föremål avsedda för livsmedel, och nämner risker kopplade till utsläpp från ABS-material med rekommendation om god ventilation eller användning av PLA vid aktiviteter med barn. Det specificeras även tydligt att inbyggda luftreningssystem med HEPA- och kolfilter minskar emissioner. Varje enskild produktsida för olika 3D-skrivare avslutades dessutom med länkar till särskild information riktad till nybörjare och lärare. Denna informationen var dock mer inriktad på tips och tricks för bra utskrift samt olika sätt att använda 3D-skrivare på.

## Återförsäljare online

Onlineförsäljare (E-L) uppvisade stor variation i informationskvalitet och hur risksituationer framställdes. Flera återförsäljare återgav huvudsakligen endast tekniska specifikationer och inkluderade antingen ingen eller begränsad information om emissioner, trots att dessa i vissa fall framgår i tillverkarnas egna dokument. Risker med partiklar och VOC-

emissioner nämndes vid ett fåtal tillfällen, men endast i samband med inkapslade skrivare eller material som ABS. Den information som återförsäljarna presenterade på produkt-sidan berodde i hög grad på hur de själva valt att utforma och strukturera innehållet, snarare än på den information som fanns tillgänglig hos tillverkarna. Mängden information och detaljeringsgrad varierade dessutom avsevärt.

Företag E informerade om att utskrifter med filament som ABS med skrivare av modell a1 är benägna att avge lukter och skadliga gaser, medan andra modeller beskrevs utan säkerhetsinformation. Liknande betonade företag F att modellen d1 var utrustad med filter för att skapa en renare arbetsmiljö, men saknade information om potentiella risker för andra modeller (a1, a2). På startsidan tillhörande Företag G erbjöds en sektion med information riktad till nybörjare, där risker med vissa filament belystes. Där betonades det att utskrift med ABS avger stark lukt och bör användas endast i utskrift i välventilerad miljö. Trots tydlig information på startsidan saknades motsvarande detaljerad information på de enskilda produktsidorna för skrivarna i sortimentet. Exempelvis har modell b1 relativt omfattande information där det framgår att skrivaren är utrustad med luftrening som förhindrar besvär av giftiga ämne och obehagliga lukter. Andra modeller presenteras endast med grundläggande tekniska specifikationer.

Företag som driver verksamhet både digitalt och i fysiska butiker följde samma trender gällande mängden tillgänglig information, där företag H och I endast presenterade teknisk information. Även företag J delgav begränsad information gällande filtrering och risker. För inkapslade skrivare nämndes endast att skrivaren var utrustad med kolfilter, utan att koppla detta till potentiell förekomst av farliga partiklar och gaser. Kontakt med allmän kundtjänst ledde till mer utförliga svar gällande rekommendation av god ventilation och extra inneslutning vid utskrivning med filament som ABS, men hänvisar främst till att uppsöka tillverkarnas egen information. På hemsidan tillhörande företag K fanns endast teknisk information för skrivare d1 och b4. Förekomst av ventilation lyfts endast i samband med utskriftskvalitet, inte för att påpeka eventuella risker. Kundtjänst svarade inte på frågor vid försök till kontakt. På produktsidan tillhörande skrivare d2 och a2 hos företag L framkom ingen generell information om eventuella risker. Däremot fanns sektioner avsedda för dokument där man fick tillgång till bruksanvisning tillhörande skrivare d1. I bruksanvisning uppgavs att skrivare bör placeras i ett välventilerat utrymme och inte användas utav barn utan vuxens närvaro. Kontakt med kundtjänst resulterade i mer utförlig information från företagets verkstad, med direkt uppmaning att öppna skrivare bör placeras i välventilerat rum, särskilt vid användning av filament som avger gaser.



## Återförsäljare fysiskt

Granskning av fysiska butiker visade att säkerhetsrelaterad kunskap om 3D-skrivare är generellt låg bland butikspersonal. Personal i samtliga butiker angav att de inte fick någon formell utbildning om 3D-skrivare, emissioner eller riskhantering från sina arbetsgivare. Personalen förlitade sig istället främst på information från produktblad, hemsidor, eller egen erfarenhet vid försäljning av produkter inom sortiment.

I ingen av de besökta butikerna informerades personalen på eget initiativ eventuella risker relaterade till användning av skrivare. Först efter att intervjuaren uttryckt oro kring potentiella emissioner och hälsorelaterade risker framkom rekommendationer kring placering och ventilation. Ingen av de tillfrågade uppgav kännedom om att utskrift kan medföra emissioner av skadliga VOC och partiklar. Istället uttryckte flera att de inte ansåg att utskrivning med inkapslad skrivare innebar någon risk att medföra utsläpp av potentiella emissioner, eftersom de flesta är utrustade med filtreringssystem. Vid diskussion föreslog även samtliga att placering i ett ventilerat utrymme vid utskrift kunde vara lämpligt. Detta lyftes speciellt vid diskussion kring användning av öppna skrivare, eftersom dessa inte har tillhörande filtreringssystem.

Upplevd kunskap hos personal i de olika butikerna var mycket varierad. Personal i företag I och K kunde besvara varken tekniska eller hälsorelaterade frågor och hade mycket begränsad kunskap inom området. Personal i Företag J och L uppvisade gemensamt större men fortsatt begränsad kunskap om 3D-skrivare och relaterade hälsorisker. Samtidig personal uppgav att den information de använder i huvudsak baseras på tillverkarnas tillgängliga material, vilket personalen själv får söka upp, samt från bruksanvisningar och företagets egen hemsida, snarare än intern utbildning. När oro för lukt och emissioner uttrycktes rekommenderade butikspersonal från båda företagen att skrivarna placeras i ett välventilerat eller avskilt utrymme. De föreslog dessutom att välja en inkapslad skrivare för att minska exponeringen, men kunde inte specificera vilka filament som bidrar till högre emissioner. Endast personal hos företag J informerades om att separata ventilationssystem kan köpas till. Bland samtliga företag var det endast personal hos företag L, med egen erfarenhet av 3D-utskrifter, som föreslog PLA-filament med hänvisning till dess miljövänliga egenskaper. Dock formulerades samtliga rekommendationer mer som allmänna råd snarare än tydliga säkerhetsanvisningar.

## Filament

Genomgång av information om filament visade att tillverkarna generellt tillhandahåller mer detaljerad materialbeskrivning än återförsäljare, men att säkerhetsrelaterad information överlag är begränsad och i stor utsträckning marknadsorienterad. De studerade filamenten omfattade PLA, PETG, TPU, ABS och ASA. PLA och PETG framställdes genomgående som säkra, luktfria eller med "låg lukt", ofta med hänvisning till miljövänlighet eller användarvänlighet. Dessa beskrivningar användes främst som försäljningsargument och återföljdes sällan av säkerhetstekniska referenser eller förklaringar till varför frånvaro av lukt kan vara relevant ur ett hälso- eller säkerhetsperspektiv. Aktörerna reducerade lukt till en komfortaspekt snarare än en indikator på potentiella emissioner. För filament med högre riskprofil, såsom ABS och ASA, förekom istället hänvisningar till reducerad lukt i jämförelse med alternativa material eller filament av andra tillverkare. Dessa formuleringar presenterades utan tydliga varningar eller förklaringar om att materialen kan avge potentiellt skadliga ångor eller partiklar vid upphettning. Ingen av granskade aktörer klargjorde att lukt kan indikera förekomst av emissioner eller andra hälsorelaterade risker. Sammantaget visar detta att emissioner och lukt, istället för att kommuniceras som potentiellt riskfyllt, snarare användes i positiv bemärkelse för att särskilja produkter marknadsmässigt.

## Sammanfattning - brist på hanteringsinformation kring 3D-skrivare

Analysen visar att information om hälsorisker och säkerhetsaspekter vid användning av 3D-skrivare och filament är mycket ojämn och ofta bristfällig i konsumentledet.

### 1. Skrivartyper

- **Öppna skrivare:** Saknar luftfiltrering och ventilation, vilket innebär att emissioner av partiklar och gaser sprids direkt till omgivningen. Trots detta framgår riskerna sällan i produktinformation online. Bruksanvisningar nämner vanligtvis placering i ventilerad miljö, men detta kommuniceras inte tydligt vid försäljning.
- **Inkapslade skrivare:** Har oftast filter (HEPA/kolfilter) och slutna byggkammare. Inkludering av filter motiveras främst med förbättrad utskriftskvalitet, ibland med hänvisning till minskad lukt eller VOC. Det saknas dock tydlig redogörelse för koppling till emissioner som skulle kunna innebära hälsorisker för användaren.

## 2. Filament och material

- Tillverkare ger oftare materialbeskrivningar än återförsäljare, men detaljerad riskinformation saknas nästan helt.
- PLA och PETG marknadsförs som ”miljövänliga” och ”säkra”, men detta är marknadsföringsspråk snarare än säkerhetsinformation.
- ABS och ASA, som har mer emissioner vid upphettning, saknar tydliga varningar. Hänvisningar till ”minskad lukt” vid användning av filter förekommer, men inte till potentiella hälsorisker.

## 3. Onlinebutiker

- Skillnader i information beror mer på företagets utformning av deras hemsidor än på skrivartyp.
- För öppna skrivare saknas nästan all information om emissioner och behov av ventilation.
- Filterfunktioner beskrivs ofta som komforthöjande snarare än riskreducerande.

## 4. Fysiska butiker

- Personal har ingen formell utbildning om risker. Kunskap baseras på eget intresse och eftersökningar på tillverkares och återförsäljares hemsidor.
- Risker nämns inte spontant. Rekommendationer om placering i ventilerat rum ges först vid direkt fråga.
- Ingen kännedom om risker kopplade till olika filament. Endast enstaka experter rekommenderar PLA som ”miljövänligt”.

## Övergripande slutsats

Riskinformation kring emissioner, partiklar och ventilation kommuniceras mycket ojämnt och ofta bristfälligt:

- Tillverkare ger något mer information än återförsäljare, men fokus ligger på produktfördelar snarare än hälsorisker.
- Återförsäljare och butiker saknar nästan helt kunskap och tydliga riktlinjer.

- Konsumenter får därmed begränsad möjlighet att göra informerade val kring säker användning av 3D-skrivare och filament.

## Rekommendationer framåt

Den största fördelen för konsumenten vore om information kring risker med 3D-skrivare och möjliga åtgärder för att begränsa exponering finns tillgänglig innan 3D-skrivare köps in. Då kan man öka konsumenternas beställarkompetens. Detta kan uppnås på flera sätt:

Teknikintresserade personer kommer i större utsträckning själva söka information. Utöver detta beställs en stor del av skrivare och filament via nätet. Genom att göra information lätt tillgängligt på internet och sökoptimera via sökmotorernas egna algoritmer kan man göra konsumenterna mer grundinformerade om risker och åtgärder.

I samband med uppdraget skapades ett faktablad (bilaga B) som kommer att ges ut av Arbets- och miljömedicin Göteborg. Bred informationsspridning om existensen av faktabladet, både direkt till konsumenter och till återförsäljare med fri möjlighet att sprida eller länka till faktabladet är ett tillvägagångssätt.

För de som redan har införskaffat en 3D-skrivare till sitt hem eller sin verksamhet är faktabladet en viktig resurs då det berör risker och möjliga hälsoeffekter men också åtgärder som kan vidtas för att minska exponeringen. Detta skulle kunna spridas inom existerande nätverk som KEMI och Toxikologiska rådet sitter i men också spridas till nätverk för t.ex. utbildning och bibliotek. Skolverksamheten och annan offentlig verksamhet med 3D-skrivare är viktiga målgrupper för information då en kortare intervjustudie om 3D-skrivare i skolan från Arbets- och miljömedicin visat att det finns betydande brister i informationsleden även där. Vidare så kan skolplikten innebära att barn och ungdomar med luftvägssjukdomar kan bli exponerade för ohälsosamma luftföroreningar under undervisningen om 3D-skrivare hanteras oförsiktigt.

För att ytterligare öka spridningen av informationen kommer Arbets- och miljömedicin i Göteborg kontakta aktörer inom 3D-printing media (3dp.se) och forum online om faktabladet.

## Referenser

Chan, R House, I Kudla, J C Lipszyc, N Rajaram, S M Tarlo, Health survey of employees regularly using 3D printers, *Occupational Medicine*, Volume 68, Issue 3, April 2018, Pages 211–214, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqy042>

Farcas, Mariana T., "In vitro and in vivo toxicological evaluation of emissions from the fused filament fabrication three-dimensional printing" (2021). *Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports*. 8106. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/8106>

House, N Rajaram, S M Tarlo, Case report of asthma associated with 3D printing, *Occupational Medicine*, Volume 67, Issue 8, November 2017, Pages 652–654, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx129>

Kemikalieinspektionen. (2024, 11 december). *3D-skrivare avger farliga ångor och nanopartiklar*. Hämtad från <https://www.kemi.se/arkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2024-12-11-3d-skrivare-avger-farliga-angor-och-nanopartiklar> [[kemi.se](https://www.kemi.se)]

Kemikalieinspektionen. (2025, 22 januari). *3D-skrivare* [Råd till privatpersoner]. Hämtad från <https://www.kemi.se/rad-till-privatpersoner/kemikalier-i-hemmet-och-pa-fritiden/3d-skrivare> [[kemi.se](https://www.kemi.se)]

Stefaniak, A. B., Du Preez, S., & Du Plessis, J. (2021). Additive Manufacturing for Occupational Hygiene: A Comprehensive Review of Processes, Emissions, & Exposures. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 24(5), 173–222. <https://doi.org/10.1080/10937404.2021.1936319>

Runström Eden, G., Tinnerberg, H., Rosell, L., Möller, R., Almstrand, A.-C., & Bredberg, A. (2022). Exploring methods for surveillance of occupational exposure from additive manufacturing in four different industrial facilities. *Annals of Work Exposures and Health*, 66(2), 163–177. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxab070>

Toxicological Council Annual report 2024, Report 1/24.

# **Bilaga 1 - Tabeller**

**Tabell 1: Resultat från undersökning av konsumentinformation om 3D-skrivare tillgänglig online.**

Företag	Skrivmodell	Konstruktionstyp	Filter	Filtertyp	Redovisade risker tillgängliga för konsument	Noteringar/ anmärkningar	
<b>Tillverkare</b>	<b>A</b>	a1	Inkapslad	Ja	Aktivt kol	Lukter och gaser som kan avges under utskrift med ABS benämns som skadliga.	Utrustad med fläktsamt kofilter som lösning till utskrift med ABS. Rekommenderar att kofilter byts ut varje 2-3 månader.
		a2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Filament som ABS rekommenderas inte.
		b1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår ej.	Framgår att skrivare har luftfilter för filterning utav VOCs från smälta filament.
		b3	Öppen	Nej		Framgår ej.	Speificeras att luftfilter inte inkluderar.
		b5	Inkapslad	Ja	HEPA	Partiklar och gaser som förekommer under utskrift med ABS och andra filament benämns som giftiga.	Under "Considerate Safety Features" framgår förekomst av 2 st HEPA luftfilter för att filtrera giftiga gaser och partiklar.
	<b>C</b>	c1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår ej.	I bruksanvisning framgår att utrustning inte är lämplig i miljöer där barn är troliga att befinna sig.
	<b>D</b>	d2	Inkapslad	Ja	HEPA, aktivt kol	Framgår att förekomst av partiklar och VOCs vid utskrift inte är säkert.	Produktmarknadsför som specifikt lämplig för hembruk och i skolormiljö. Utruskad med intern och extern cirkulering med 2 st HEPA och kofilter som påstås fångar upp 99% av partiklar och VOCs som frigörs. "Perfekt för ABS" och håller arbetsplatsen ren och säker.
	<b>E</b>	a1	Inkapslad	Ja	HEPA, aktivt kol	Framgår att ABS är benäget att avge lukt och skadliga gaser under utskrift.	Framgår tydligt att skrivare inte är utrustad med filter.
	<b>F</b>	a1	Inkapslad	Ja	Aktivt kol	Framgår ej.	Specifieras att skrivaren är utrustad med aktivt kofilter för en renare arbetsmiljö.
	<b>G</b>	b1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår att utskrift kan leda till förekomst av giftiga ämnen och obehagliga lukter.	
<b>Återförsäljare</b>	<b>H</b>	b2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Rekommenderar ABS som filament.
		c1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår ej.	Anmärkningsbart begränsad produktinformation.
		b2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Anmärkningsbart begränsad produktinformation.
		b1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
		b2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
	<b>I</b>	b2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
	<b>J</b>	a1	Inkapslad	Ja	Aktivt kol	Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
	<b>K</b>	d1	Inkapslad	Ja	Framgår ej	Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
	<b>L</b>	d1	Inkapslad	Ja	Luftfilter	Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.
	<b>L</b>	a2	Öppen	Nej		Framgår ej.	Framgår att skrivare är utrustad med filter för säker användning i varierade inomhusmiljöer.

**Tabell 2: Resultat från undersökning av konsumentinformation om filament tillgänglig online**

	Företag	Tillverkare	Filament	Redovisade risker	Noteringar/ anmärkningar
Tillverkare	C	Företag C	PLA basic		Marknadsfört som miljövänligt och biologiskt nedbrytbart.
		Företag C	PETG		Endast teknisk information.
		Företag C	TPU		Endast teknisk information.
		Företag C	ABS		Endast teknisk information.
		Företag C	ASA	Risk för lukt	Anges i jämförelse med ABS avge mycket mindre lukt under utskrift och därmed minska obehag för personer som är lukt känsliga.
	D	Företag D	PLA basic		Endast teknisk information.
		Företag D	PETG pro	Risk för lukt	Marknadsfört som "låg-luktande", miljövänligt och biologiskt nedbrytbart.
		Företag D	ABS basic		Endast teknisk information.
		Företag D	ASA basic		Endast teknisk information.
	M	Företag M	PLA basic	Risk för lukt	Marknadsfört som både "låg-luktande" och luktfritt för att erbjuda en säkrare utskrift. Noterar miljövänligt.
		Företag M	PETG		Endast teknisk information.
		Företag M	TPU-LW		Endast teknisk information.
		Företag M	ABS+	Risk för lukt	Marknadsfört som "låg-luktande". Rekommenderas till de flesta FDM-skrivare.
		Företag M	ASA+		Rekommenderas till de flesta FDM-skrivare.
N	Företag N	PLA basic		Marknadsfört som luktfritt. Ingen info om risker under avsnitt "Säkerhet- och produktresurser".	
Återförsäljare	E	Företag M	PLA basic	Risk för lukt	Saknade teknisk information. Nämnade att filament avger låg lukt.
		Företag M	PETG		Endast teknisk information.
		Företag M	TPU-LW		Saknade teknisk information.
		Företag M	ABS+		Endast teknisk information.
		Företag M	ASA+		Saknade teknisk information.
	F	Företag C	PLA basic		Endast teknisk information.
		Företag C	PETG		Ger tillgång till technical data sheet från företaget C. Där noteras att tillverkaren inte tar ansvar för materialets säkerhet och användning, och att de inte har garantier eller ansvar för eventuella skador.
		Företag C	TPU		Ger tillgång till technical data sheet från företaget C. Där noteras att tillverkaren inte tar ansvar för materialets säkerhet och användning, och att de inte har garantier eller ansvar för eventuella skador.
		Företag C	ABS		Ger tillgång till technical data sheet från företaget C. Där noteras att tillverkaren inte tar ansvar för materialets säkerhet och användning, och att de inte har garantier eller ansvar för eventuella skador.
		Företag C	ASA		Ger tillgång till technical data sheet från företaget C. Där noteras att tillverkaren inte tar ansvar för materialets säkerhet och användning, och att de inte har garantier eller ansvar för eventuella skador.
	I	Företag D	PLA basic		Endast teknisk information.
		Företag D	PETG pro		Noteras som FDA-kompatibel beträffande kontakt med livsmedel. Noteras som helt biologiskt nedbrytbar, miljövänligt och säkert att använda.
	O	Företag D	ABS basic	Risk för lukt	Anges avge minskad lukt. Rekommenderad till professionella användare.
	P	Företag D	ASA basic		Erbjuder fullständig SDS rapport från företag D som inkluderar samtliga filament av tillverkare. För filament ABS och ASA rekommenderas inkapslad skrivare vid utskrift. För filament PLA pro, PLA, PETG pro och PETG finns inte samma rekommendation.
	N	Företag M	PLA basic		Teknisk information överensstämmer med uppgifterna på tillverkarens hemsida, men saknar specifik information om att filament är luktfri.
		Företag C	PLA basic		Endast teknisk information.
		Företag D	PLA basic	Risk för lukt	Nämns att filament avger mycket lite lukt under utskrift.



**Tabell 3: Resultat från undersökning av konsumentinformation om 3D-skrivare i dokumentation försedd av tillverkare utav 3D skrivare.**

Tillverkare	Skrivarmodell	Konstruktionsstyp	Dokumentation	Redovisade risker	Rekommenderade filamenti	Förvarningar	Kring risker	Noteringar/ anmärkningar
Företag A	a1	Inkapstad	Quick start guide	Brännskador	PLA, PETG, TPU, ABS, ASA, PVA, PET	Risk att bränna sig vid moment av installation		Inkluderade inga förvarningar kring hantering av instrument utöver teknisk specifikation. Endast information gällande installation.
	a2	Öppen	Quick start guide	Brännskador	PLA, PETG, TPU, PVA			Inkluderade endast information kring installation av instrument. Redovisade inga risker. Noterades att filament ABS, ASA m.fl., inte rekommenderas för skrivare a2.
Företag B	b1	Inkapstad	Bruksanvisning radiokommunikation	Brännskador, störmingar i radiokommunikation	PLA, ABS, ASA, PETG, PA-CF, PLA-CF, PPA-CF	Personskada: barn under 10 år bör inte använda instrument utan tillsyn. Risk att bränna sig på varma delar.		Information om risker och övriga förvarningar presenterades innan teknisk information. Rekommendation att placera skrivare i väventilerad, kyld och dammfri miljö. Vid fel installation kan instrument orsaka störmingar i radiokommunikation.
	b2	Öppen	Bruksanvisning	Brännskador	PLA, PETG & TPU	Olycksfallsskador: barn under 10 år bör inte använda instrument utan tillsyn. Risk för brännskador.		Rekommendation kring placering i väventilerad, kyld och dammfri miljö.
	b3	Öppen	Bruksanvisning	Brännskador	Hyper PLA, PLA, TPU, PETG	Personskada: barn under 10 år bör inte använda instrument utan tillsyn. Risk att bränna sig på varma delar.		Information om risker och övriga förvarningar presenterades innan teknisk information. Rekommendation att placera skrivare i väventilerad, kyld och dammfri miljö.
Företag C	b4	Öppen	Bruksanvisning	Brännskador	TPU, PLA, ABS, PETG, ASA, HIPS, PC	Olycksfallsskador: barn under 10 år bör inte använda instrument utan tillsyn. Risk för brännskador.		Rekommendation kring placering i väventilerad, kyld och dammfri miljö. För rengöring av instrument rekommenderas isopropanol.
	c1	Inkapstad	Bruksanvisning	Brännskador	PLA, PETG, TPU, ABS, ASA	Varning för varma delar och risk att bränna sig på instrument.		Uppmärksammas att utrustning inte är lämplig att använda på platser där barn kan vistas. Inga rekommendationer kring placering av instrument.
Företag D	d1	Inkapstad	Bruksanvisning	Giftiga gaser (ABS), brännskador, störmingar i radiokommunikation	Normal PLA & ABS	Arbetsmiljösäkerhet: Håll skrivare utom räckhåll för barn och personer utan utbildning. Personlig säkerhet: använd enhet i väventilerad miljö. Använd aldrig enhet för att tillverka behållare avsedda för förvaring av livsmedel. ABS-filament: avger vissa giftiga gaser vid upphettning.		Säkerhetsinformation presenterad innan teknisk information och hade tydliga rubriker gällande uppnamningar kring användning och säkerhet. Rekommendationer kring placering av skrivare i väventilerad och torr miljö. Vid utskrift med ABS rekommenderas specifikt väventilerad miljö. För utskrift i miljöer där barn vistas rekommenderas icke-toxiska filament som PLA.
	d2	Inkapstad	Bruksanvisning	Giftiga gaser (ABS), brännskador	Tillverkarens egna filament.	Arbetsmiljösäkerhet: Barn och otränade personer bör inte använda instrument utan tillsyn. Varningar: använd utrustning i väventilerad miljö. Använd inte för att tillverka behållare avsedda för förvaring av livsmedel. ABS-filament: kan avge giftiga gaser vid upphettning.		Säkerhetsinformation presenterad innan teknisk information och hade tydliga rubriker gällande uppnamningar kring användning och säkerhet. Rekommendationer kring placering av skrivare i väventilerad och torr miljö. Vid utskrift med ABS rekommenderas specifikt väventilerad miljö och att aktivera luftrening med intern cirkulation under eller efter utskrift. För utskrift i miljöer där barn vistas rekommenderas icke-toxiska filament som PLA.

**Tabell 4: Resultat från undersökning av konsumentinformation om 3D-skrivare tillgänglig i konversation med personal vid besök i fysiska butiker. Redovisad information utgår från frågor presenterade under material och metoder i rapport.**

Fysisk butik	Rekommenderad 3D skrivare	Rekommenderad placering	Vestskap om eventuella risker	Rekommenderade filament	Informationsmaterial från tillverkare	Noteringar/annmärkingar
Företag I	Rekommenderade för sja skrivare (03 öppen) på tillverkarens webbsida efter sökord "3D skrivare".	Skrivade kunskap gällande placering. Undvek att uttala sig om rekommendationer.	Ingen vestskap om eventuella risker och undvek att uttala sig.	Skrivade kunskap om filament.	Personal uppger att de inte får utbildning eller information från företag och tillverkare gällande teknisk specifikation, säkerhet och risker.	Personal förklarar sig på eget initiativ snarare än formell utbildning kring användning utav 3D skrivare.
Företag J	Rekommenderade öppen 3D skrivare av företag B för nybörjare. För mer erfaren användare rekommenderades inkapslad. Rekommendationer baserades på teknisk specifikation samt pris skillnader hos olika skrivare.	Placering och användning i rum med ventilation (fönster), alternativt köpa till separata ventilationsystem.	Bekräftar att filamen eventuellt avger gaser. Rekommenderade att koppare låser på imnan användning men ansåg att den inte var någon större risk. Annåttke tydligt att utskrifler inte bör komma i kontakt med mat.	Rekommenderade filament kompatibla med respektive skrivare.	Uppgav att de inte får information från tillverkare. Endast vestskap om vilka produkter som ska säljas. För mer information kring varor söker de egen information.	Personal hade stor teknisk kompetens. Inget egenintresse och begränsad kunskap om 3D skrivare. Besvarade frågor kring säkerhet utöver bästa förhållande med företagets hemsida och online sökningar som hjälpmedel.
Företag K	Rekommenderade inkapslad skrivare av företag B. Öppen skrivare av företag B rekommenderades som budgetalternativ för nybörjare.	Rekommenderad placering i avsitt rum med möjlighet till ventilation (ex. fönster) vid oro över dofter.	Personal hade ingen tidigare kunskap kring uppkomst av eventuella dofter.	Rekommenderade filament kompatibla med respektive skrivare.	Personal uppger att de inte får någon information från tillverkare gällande placering och eventuella risker. Från företag får de endast information kring sortiment.	Personal hade stor teknisk kompetens. Ingen tidigare kunskap om 3D skrivare. Besvarade frågor kring säkerhet utöver bästa förhållande med företagets hemsida och online sökningar som hjälpmedel. Företag hade ingen specifik avdelning för skrivare. Hänvisade till dator avdelningen där personal istället hänvisade till deras hemsida.
Företag L	Rekommenderade skrivarmodell d1 (inkapslad).	Placering vid fönster eller fuktigt vid oro över lukter. Ansåg dock inte att emissors skulle vara problematiskt, eftersom inga resensioner på deras hemsida nämnde lukter som problem.	Ingen vestskap om eventuella risker. Ansåg inte att eventuellt förekomst av emissors är ett problem vid användning av inkapslad skrivare.	Rekommenderade PLA som miljövänligt filament. Uppgav att ingen obehaglig lukt upplevs vid egen användning av ABS.	Personal får ingen information från tillverkare kring säkerhet och placering, endast teknisk information kring användning. Denna information finns tillgänglig för personal och konsument på deras vanliga hemsida.	Personal besvarade frågor baserat på egen erfarenhet av 3D skrivning. Kunde till att utskriftsresultat i emissors av partiklar och gaser, men ansåg att det inte var ett problem då man har en inkapslad skrivare. Hade själv aldrig upplevt lukt vid utskrift.
Företag L	Rekommenderade skrivarmodell d1 (inkapslad).	Placering i avsitt rum vid oro för lukter och gaser.	Kände inte till eventuella risker. Läste på bland kundresensioner och bruksanvisningar för samtliga skrivare i sortimentet, och rekommenderade därför skrivare d2 med möjlighet att den har HEPA och aktivt kolfilter.	Rekommenderade filament kompatibla med respektive skrivare.	Ingen information från tillverkare utöver vad som står publicerat på deras hemsida.	Personal med lång erfarenhet av arbete på tekniskavdelning. Besvarade inte frågor med anseenden. Utan läste på produktidor och online för att besvara frågor. Ansåg vid samtalets slut att inkapslade skrivare bör användas eftersom de är utrustade med filter, vilket hen konstaterat att öppna skrivare saknar.
Företag L	Rekommenderade skrivarmodell d2 (inkapslad) eller a21 (öppen).	Placering i avsitt rum vid oro för lukter och gaser.	Ingen vestskap om eventuella risker. Hade bekant med skrivare a2 som inte uttryckt att hen känt av obehagliga lukter vid utskrift. Rekommenderade att läsa på tillverkarens hemsida för mer information.	Rekommenderade filament kompatibla med respektive skrivare och påpeka de att användare med oro för lukt bör välja filament som avger mindre mängder gaser.	Personal får ingen information direkt från tillverkare. Eventuell information om produkter förmedlas generellt till chefer som sedan inte alltid kommuniceras till personal, eftersom de inte förväntas ha expertkompetens utan mer generell kunskap om teknik och produkter i sortimentet.	Relativt nysgjerrig personal som besvarade frågor till bästa förhållande genom att söka information på företaget egen hemsida. Noterade att personal generellt inte får information från tillverkare av samtliga produkter i sortimentet utöver grundläggande teknisk information.

# Bilaga 2 – Faktablad

## Viktigt att veta om 3D-skrivare – för dig som konsument och användare

3D-skrivare är en spännande teknik som gör det möjligt att skapa egna föremål hemma. Det finns dock vissa risker som du bör känna till för att använda skrivaren på ett säkert sätt. Detta faktablad riktar sig till konsumenterna och användarna av 3D-skrivare i exempelvis hemmet, skolor eller andra offentliga miljöer.

Arbets- och miljömedicinska kliniken vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset utreder samband mellan exponeringar i arbets- och omgivningsmiljö och ohälsa och bedriver även forskning. Som en del av vår verksamhet producerar vi faktablad med information till yrkesarbetande eller allmänhet. Vi har medverkat i flera forskningsprojekt om exponeringar från 3D-skrivare.

3D-skrivare kommer i många olika utföranden. Detta faktablad gäller så kallade filamentskrivare (FDM eller FFF), där plasttråd smälts och formas lager för lager. Filamentskrivare kan vara helt öppna eller vara inkapslade med huv. Vissa inkapslade skrivare har också en fläkt med filter som ventilerar inkapslingen. Syftet med det här faktabladet är att ge vägledning kring hur du kan använda skrivaren på ett säkert sätt.

### Utsläpp av ångor och partiklar

- När plasten (filamentet) smälts i skrivaren bildas ångor och många mycket små partiklar (nanopartiklar) som sprids i luften.
- Ångorna och partiklarna består av själva plastmaterialet men också andra ämnen som till exempel färgämnen, stabilisatorer och flamskyddsmedel.
- Dessa partiklar är osynliga för ögat men kan finnas i stora mängder – i vissa fall lika höga antal som vid tungt trafikerade gator.
- Det finns inga bestämda regler för hur mycket nanopartiklar man får utsättas för, men onödig exponering bör undvikas.

### Hälsorisker

- Forskning idag pekar mot att de främsta hälsoriskerna gäller luftvägs-symtom, som man kopplar till exponeringen för ångor och partiklar. I lokaler där barn och/eller luftvägskänsliga personer vistas, till exempel skolor och offentliga miljöer, bör man därför tänka extra mycket på att minska risken för att exponeras för dessa partiklar och gaser.

### Värme och rörliga delar

- Byggplattan blir varm (50-100°C) och munstycket kan bli mycket hett (200-300°C) – risk för brännskador finns.
- 3D-skrivare har rörliga delar som kan orsaka skador om man fastnar med hår, kläder eller klämmer sig.

## Materialval spelar roll

- Det finns många olika plastmaterial att välja mellan och nya utvecklas hela tiden. Olika material släpper ut olika ämnen och vissa släpper ut mer nanopartiklar och ångor än andra. Det är därför viktigt att man håller sig uppdaterad om de material som man använder.
- Om skrivaren som används är utan inkapsling med fläkt och filter rekommenderas det att välja ett material som ger låga utsläpp – ett exempel är PLA – och se till att rummet är väl ventilerat.

## Säkerhet hos utskrivna föremål

- 3D-printade objekt som skrivs ut hemma eller på skola/arbete är inte testade på samma sätt som vanliga produkter avseende saker som: kontakt med mat, slitage, hållfasthet och kemikaliesäkerhet. Skriver man ut leksaker skulle de potentiellt kunna gå sönder och utgöra en kvävningsrisk för små barn.

## Så skyddar du dig bäst

- Det bästa är att använda en skrivare som är inkapslad och har fläkt med aktivt kol- och HEPA-filter – dessa fångar upp utsläppen direkt. Tänk på att byta filter enligt tillverkarens rekommendationer.
- Om du inte har en sådan skrivare bör du tänka över både placering och hantering enligt nedan:

## I skolor och andra offentliga lokaler

- Gör en riskbedömning för din egen verksamhet och skapa rutiner för användning av 3D-skrivare. Tänk på att det i skolan kan finnas luftvägskänsliga barn som måste delta i undervisningen.
- Finns det möjlighet kan skrivare placeras i dragskåp eller under punktutsug som kan begränsa emissioner från skrivaren.
- Placera inte skrivare i klassrum/rum där personer befinner sig under längre tidsperioder utan försök hålla verksamheten avskild med separat ventilation.
- Tänk på att fler öppna skrivare på samma yta kräver ännu bättre ventilation. Allmänventilation är sällan tillräckligt för att begränsa emissioner.
- Använd så låg printtemperatur som materialet tillåter då högre temperatur leder till fler emitterade partiklar.
- Välj om möjligt material som bildar färre partiklar, till exempel PLA.

## I hemmet

- Placera den i ett rum med mycket god ventilation (under en fläkt, vid ett öppet fönster) eller om möjlighet finns i ett rum som inte delar luft med resten av bostaden (till exempel ett garage). Tänk på att starka fläktar som köks- eller badrumsfläktar kan ändra luftflöden i bostäder och flytta luftföroreningar mellan rum.
- Undvik att vara i rummet medan utskriften pågår.
- Sovrum och rum där barn vistas under långa sammanhängande perioder är inte lämpliga platser för 3D-skrivare.
- Tänk på att fler öppna skrivare på samma yta kräver ännu bättre ventilation.
- Använd så låg printtemperatur som materialet tillåter då högre temperatur leder till fler emitterade partiklar.
- Välj om möjligt material som bildar färre partiklar, till exempel PLA.

Senast reviderad 2026-02-06