



Ratio arkitekter as
MOE A/S
Erichsen & Horgen as
Ing Per Rasmusen as
Ark Kristine Jensens Tegnestue A/S

STATSBYGG
NOTAT 1004501
LIVSVITENSKAPSBYGGET

1004501 UiO Livsvitenskapsbygget
NO-RIV-30-17-
BESKYTTELSEVENTILASJON

Forprosjekt

Dato: 11.02.2016

Rev./status: 02

1004501 UiO Livsvitenskapsbygget Beskyttelseventilasjon



Rev.	Beskrivelse	Rev. dato	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:
02	Forprosjekt	15.04.2016	ANS	RMA	GUR
01	Til TFK	11.03.2016	ANS	RMA	GUR
00	Foreløpig til SB	11.02.2016	ANS	RMA	GUR
PGL	Ratio Arkitekter as		RIBr	Erichsen & Horgen as	
ARK	Ratio Arkitekter as / CUBO AS		RIBfy	Erichsen & Horgen as	
IARK	Ratio Arkitekter as		RIAKu	Brekke & Strand as	
RIB	MOE AS / Høyer Finseth as		RIG	MOE AS / Grunn Teknikk as	
RIV	Erichsen & Horgen as		RIEn	Erichsen & Horgen as	
RIE	Ing. Per Rasmusen as		Breem AP	Erichsen & Horgen as	
LARK	Ark Kristine Jensens Tegnestue AS Bjørbekk & Lindheim AS		BIM	SWECO BIM-lab	

**INNHOLD**

0	FORMÅL	3
1	BAKGRUNN	3
2	KONKLUSJON	3
3	LOVER OG STANDARDER	4
4	TYPER AV BESKYTTELSEVENTILASJON	5
5	VENTILERT SKAP	7
6	PUNKTAVSUG	7
7	AVTREKKSJETTE	7
8	AVTREKKSSENK	7
9	AVTREKKSSKAP	8
10	ULIKE TYPER AV AVTREKKSSKAP	9
10.1	Utformingen av avtrekksskap	9
10.1.1	Avtrekksskap med aktive kullfiltre og omluft	9
10.1.2	Avtrekksskap med tilfredsstillende luftmengde kun i minimumhøyde	10
10.1.3	Avtrekksskap med avsug i sentrum av virvel i øvre del av skap	10
10.1.4	Avtrekksskap med lavere lufthastighet	10
10.1.5	Avtrekksskap med lavere luftmengde pga innebygget vifte	10
10.2	Resultater ved testing av avtrekksskap	10
10.3	Automasjon og regulering av luftmengder og frontluke	12
10.3.1	Avtrekksskap med trinnvis regulering	13
10.3.2	Avtrekksskap med kontinuerlig luftmengderegulering.....	13
10.3.3	Automatisk lukking av frontluke	13
10.3.4	Automatisk styring av lukeåpning til definert arbeidshøyde	13
10.4	Overvåkning og brukerfunksjon.....	13
10.4.1	Sperre for åpning over maksimum.....	13
10.4.2	Luftmengdeindikator	14
10.4.3	Opplæring	14
10.5	LCC-beregning avtrekksskap	14
11	STERILSENK	16
12	SIKKERHETSKABINETT	16
12.1	Klasse I.....	16
12.2	Klasse II.....	16
12.3	Klasse III.....	17
13	FAKTORER SOM PÅVIRKER AVTREKKSINSTALLASJONENS EFFEKTIVITET	17
14	ANBEFALINGER	17
15	KILDER	18
	VEDLEGG A	19



0 FORMÅL

Det er stort behov for ulike typer av beskyttelseventilasjon i det nye Livsvitenskapsbygget. Formålet med dette notat er å skape et grunnlag for valg av beskyttelseventilasjon. Beskyttelseventilasjonen i bygningen skal være formålsegnet og gi god personsikkerhet, gi mulighet for en generell løsning for bygningen og være energieffektiv. Notatet omhandler ulike alternativer for beskyttelseventilasjon, inkludert bruksområde og de fordeler og ulemper de har. Det er et fordypet kapittel på avtrekksskap, grunnet det store antallet i bygningen. Notatet klarlegger også de ulike begrepene som forekommer for samme type installasjon, slik forvirring unngås ved videre kommunikasjon med brukeren.

1 BAKGRUNN

Dagens, og forventede fremtidige, strengere krav til personsikkerhet ved arbeid med helsefarlige stoffer, har medført et økt behov av beskyttelseventilasjon. I forbindelse med forprosjektet på Livsvitenskapsbygget er det behov for å vurdere ulike alternativer for beskyttelseventilasjon. Med beskyttelseventilasjon menes, spesielle ventilasjonsinstallasjoner som primært skal gi personbeskyttelse eller/og produktbeskyttelse ved arbeidsoperasjoner med skadelige luftbårne stoffer. Beskyttelsen kan hovedsakelig bli tilfredsstillt med ulike typer av avtrekksinstallasjoner. Energibruken og de tekniske installasjoner som kreves for avtrekksventilasjon er en stor investering der generelle løsninger bør foretrekkes og unødvendige feilvalg unngås.

2 KONKLUSJON

Valg av beskyttelseventilasjon skal velges etter formål og må vurderes i hvert enkelt tilfelle og tilpasses arbeidsprosessen. Brukermidvirkning i planleggingen reduserer feil- valg og investeringer. Etter valg av type avtrekksinstallasjon, bør produktet velges ut etter evne av å redusere energibruken, men uten å redusere personsikkerheten. I tillegg til avtrekksinstallasjonenes konstruksjon og geometri, er det en rekke tilleggsfaktorer som har vesentlig betydning for effektiviteten av et avtrekk, som plassering i rommet, avtrekksskapasiteten, luftmengdebalansen og brukeren. Manglende opplæring og informasjon til brukerne er en av de hyppigste årsakene til at avtrekksinstallasjoner "ikke fungerer" tilfredsstillende. Opplæring er svært viktig og bør prioriteres betydelig høyere.

Alle installasjoner for beskyttelseventilasjon bør leveres med relevant dokumentasjon og testresultater fra NS EN 14175/NS EN12465 (avtrekksskap/sikkerhetskabinetter) eller andre tilsvarende standarder, som minimum bør inneholde:

- Materialspesifikasjon med beskrivelse av oppbygging og funksjon
- Brukerveiledning, angivelse av bruksområde
- Dimensjonerende luftmengde
- Totalt trykkfall for utstyret
- Totalt avgitt støyeffekt fra installasjonene
- Effektivitets test

Ved valg av avtrekksskap bør det velges skap med dokumentert god personsikkerhet som bruker minst mulig energi. Det bør være avklart og bestemt hvilket automatiseringsnivå det skal legges på laboratoriereguleringssystemer for ventilasjon og for utstyr for beskyttelseventilasjon før spesifikasjon og forespørsel på avtrekksskap sendes ut. Basert på innhentede opplysninger og betydelig erfaring med laboratorieplanlegging og drift anbefales det at designverdi for avtrekksskap settes til 650m³h pr. lm. skap, tilsvarende 0,36 m/s. Tilbudte skap skal da være testet ved denne luftmengden. Generelt gir lavere frontlukehastigheter større risiko for utslipp ved eksterne påvirkninger, som underbygges i analysen av testresultatene i dette notat.

LCC-beregningene viser at det er lønnsomt å bruke denne lavere luftmengde i et "konvensjonelt" avtrekksskap. Det er derimot ikke lønnsomt å investere i dyrere avtrekksskap



med veldig lav luftmengde. Det kreves et energipris på 1,3 kr/kWh for at dette skal bli lønnsomt. Det kreves en sikkerstilling at en lavere luftmengde (0,36 m/s) i et "konvensjonelt" avtrekksskap fortsatt gir god personsikkerhet. Dette kan gis gjennom allerede befintlige testresultater eller krav om testing ved slike forhold. Videre er investering i automasjon- eller regulering ikke lønnsomme ifølge LCC-beregningene.

Sikkerhetsbenker skal leveres, dokumenteres og testes iht. NS-EN 12465.

Det er viktig at man kvalitetssikrer valget av type sikkerhetskabinett, slik det velges et kabinett som er beregnet til det arbeidet den faktisk skal brukes til og personsikkerheten er tilfredsstillende.

3 LOVER OG STANDARDER

Aktuelle lover og forskrifter som omhandler ventilasjonsforhold, arbeidsforhold og arbeidsatmosfære er byggtekniske forskrift (TEK10), Arbeidsplassforskriften, arbeidsmiljøloven og Forskrift om tiltaks- og grenseverdier, se utdrag fra forskrifter under:

- TEK 10: *"Forurensende aktiviteter og prosesser skal så langt det er mulig innkapsles, styres med punktavsug eller foregå i lokaler med egnet separat ventilasjon."*
- Arbeidsplassforskriften § 7-1: *"...hvor arbeidet eller prosesser kan medføre forurensing av luften, skal ha mekanisk ventilasjon og prosesstilpasset avsug slik at konsentrasjonen av kjemikalier i arbeidsatmosfæren holdes på et fullt forsvarlig nivå, med hensyn til helse og eksplosjonsfare."*
- Forskriften for tiltaks- og grenseverdier: Oppgir, som navnet tilsier, grenseverdier for fysiske, kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsmiljøet.

Avtrekksskap og annet utstyr for beskyttelseventilasjon er følsom for eksterne påvirkninger. Planløsning av rommen og plassering av beskyttelseventilasjonen er dermed essensiell og omhandles i standard NS EN 14056¹. Denne standarden gir generelle anbefalinger på innredning og layout av laboratorier og har en spesiell del som omhandler plassering av avtrekksskap o.l. i laboratoriearealer.

For avtrekksskap finnes det en felles europeisk standard, NS EN 14175². Standarden er oppdelt i seks deler; Terminologi, Krav til sikkerhet og ytelse, Metoder for typeprøving, Prøvningsmetoder på stedet, Anbefalinger for installasjon og Variabelt luftvolum og avtrekk

Del 3 og 6 av standarden gir krav om testforhold, og gir resultater på:

- *Containment factor (C_F)*: En faktor som skal påvise hvor godt avtrekksskapet lykkes å holde forurensningen inne i avtrekksskapet ved en definert frontlukeåpning (500 mm). Ved testing måles konsentrasjonen av forurensning (sporgass), rett ved åpningen av frontluken og 5 cm fra frontluken, som kan defineres som oppholdssonen.
- *Robustness factor (C_{FR})*: En faktor som skal påvise hvor godt avtrekksskapet lykkes å holde forurensningen inne i skapet ved åpen frontluke, med forstyrrelser utenfor avtrekksskapet. Tilsvarende test som for Containment factor blir utført, men med en "person" gående forbi skapet.
- *Air exchange efficiency (ϵ)*: Prosentuell faktor som skal påvise avtrekksskapets evne til å skifte ut luften i skapet ved lukket frontluke.
- *Pressure drop (Δp)*: Viser trykkfall over avtrekksskapet. Trykkfallet påvirker dimensjoneringen og effektbehovet for viften i ventilasjonsanlegget.

Det var tidligere en norm som anbefalte en lufthastighet på 0,5 m/s som et kriterium for å oppnå

¹ NS EN 14056 Laboratorieinnredning- Anbefalinger for utforming og montering.

² NS EN 14175:1-6 Avtrekksskap



tilfredsstillende personsikkerhet ved arbeid i avtrekksskap. I dag arbeider leverandører for å redusere luftmengdene samtidig som personsikkerheten skal opprettholdes. Det er derfor testene iht. til standarden som er veiledende for kvaliteten på skapet.

I Norge er det ikke enda fastsatt noen spesifikke krav eller grenseverdier for resultatene av testingen i standarden NS EN 14175. En tilsvarende skandinavisk testmetode, Nor-test metoden finnes derimot med anbefalte grenseverdier. Testen ble primært laget for uttesting av avtrekksskap, men kan benyttes på flere avtrekksinstallasjoner da den kun tar utgangspunkt i målt konsentrasjon i oppholdssonen/innåndingssonen og konsentrasjonen i avtrekkskanal. Mange nordiske leverandører har testet sine skap i henhold til denne.

Det er viktig at avtrekksskapene som minimum skal være i henhold til NS EN 14175 eller Nor-test metoden og dokumentasjon kan gis for vurdering. Det finnes avtrekksskap på markedet som ikke er blitt testet etter noen standard.

Standarden NS EN 12469³ er en tilsvarende europeisk standard for sikkerhetskabinetter.


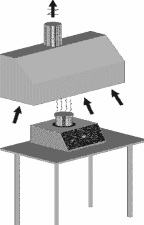
Standarden stiller sikkerhetskrav, krav til dokumentasjon, ytelse og anvisning av testmetoder.

Standarden NS EN ISO 14644-7⁴ omhandler spesifikt renrom og håndtering av isolerte kammere, som renluftshetter, handskekammere, isolater og miniatyrrenrom.

4 TYPER AV BESKYTTELSEVENTILASJON

Beskyttelseventilasjon omhandler primært alle typer ventilasjonsinstallasjoner som gir person- og/eller produktbeskyttelse ved arbeidsoperasjoner med skadelige stoffer. Hovedprinsippet med beskyttelseventilasjon er å fjerne forurensningen ved kilden. Dette kan gjøres gjennom å kapsle inn hele prosessen eller, når dette ikke er mulig, etablere avtrekksinstallasjoner som er mest mulig effektive for å minimalisere utslippet. Valg av type avtrekksinstallasjon er dermed avhengig av arbeidsoperasjonen og produktet. Tabell 4.a Kort beskrivelse av ulike beskyttelseventilasjon gir en kort beskrivelse av de mest benyttede avtrekksinstallasjonene. Disse omhandles dypere i etterfølgende kapittel.

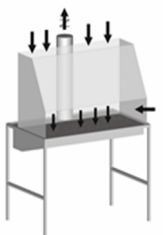
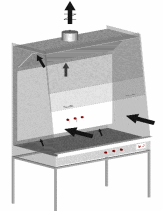
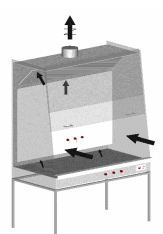
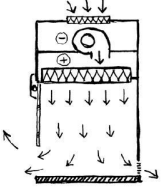
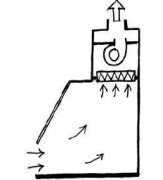
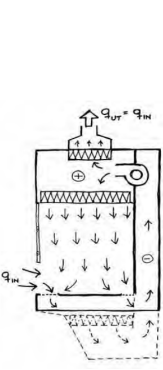
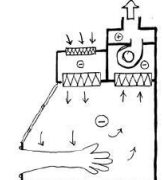
Tabell 4.a Kort beskrivelse av ulike beskyttelseventilasjon

Type	Bilde	Beskyttelse		Forklaring
		Person	Produkt	
Ventilert skap og kjøleskap				Oppbevaring. Skap med integrert avtrekkskanal som fordeler jevnt avtrekk over hele høyden.
Punktavsug (Punktavtrekk)		x		Benyttes på punktkilder med begrenset utstrekning og mindre utslipp. Det er ikke primært beregnet for kontinuerlig avsug.
Avtrekkshette		x		Fastmontert avtrekksinstallasjon som plasseres over utstyr med behov for avtrekk. Kan monteres med og uten sidevegger. Mellomting mellom punktavsug og avtrekksskap. For prosesser med varmeutvikling.

³ NS EN 12469 Bioteknologi - Ytelseskriterier for mikrobiologiske sikkerhetsskap

⁴ NS EN ISO 14644-7 Renrom og tilhørende kontrollerte omgivelser; Isolerte kammere



Avtrekkssenk		X		Arbeidsbenk med avsug gjennom en perforert benkeplate. Kombineres ofte med en avtakbar hette som er åpen i toppen. Kan i mange tilfeller erstatte avtrekksskap ved isoterme og svakt overtempererte operasjoner.	
Avtrekksskap		X		Avtrekkssinnstallasjon hvor arbeidet foregår inne i et innebygget volum med bevegelig frontluke, som brukeren sitter/står og arbeider gjennom.	
Avtrekksskap med omluft		X		Oppbygget som et avtrekksskap, men mangler avtrekkskanal. Avtrekk fra skapet går gjennom filter og tilbake til rommet(omluft). Brukes i liten grad og da til helt spesielle formål hvor arbeidsoperasjon og alle stoffer er entydig definert.	
Sterilbenk		(X)	X	Benk som bruker laminær luftstrøm (LAF) for å beskytte produktet. Ingen personbeskyttelse. Intern resirkulering av luft.	
Sikkerhets-kabinett klasse I		X		Er prinsipielt som et konvensjonelt avtrekksskap, men med HEPA-filter på avtrekksluften som går ut.	
Sikkerhets-kabinett klasse II		X	X	Benk med delvis resirkulering av luft internt. Laminær luftstrøm gjennom HEPA-filter, og HEPA-filter på avtrekksluft. Gir både person- og produktbeskyttelse. Finnes i ulike typer	
				A2	70 % resirkulert. Vanlig mikrobiologiske operasjoner.
				B1	30 % resirkulert.
Sikkerhets-kabinett klasse III (Hanskeboks)		X	X	Tett avtrekkssenk/-enhet hvor både avtrekk og tilluft HEPA-filtreres og tilføres direkte i benken. Person og produktbeskyttelse.	



5 VENTILERT SKAP

Et ventilert skap er et skap med integrert avtrekkskanal. Den skal også ha godt plasserte avtrekksåpninger som fordeler avtrekk jevnt over hele skapet. Skapet kan leveres i ulike materialkvaliteter og utforming avhengig av funksjon. Skapene kan med fordel benyttes for lagring av kjemikalier, eksplosiver, giftige væsker etc. Ventilerte skap kan også leveres som underskap eller sideskap til avtrekkskap, men skal da ha separat tilkobling til ventilasjonsanlegg.

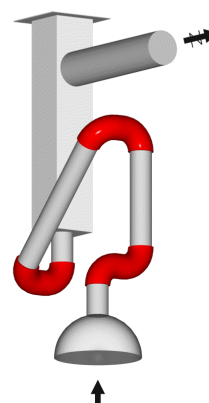
- Sikkerhetsmessig god løsning for oppbevaring
- Lav kostnad i sammenligning med avtrekkskap
- Riktig innløp og avtrekksåpninger er viktig for tilfredsstillende luftskifte i hele skapet.
- Svært lave luftmengder

I dag finnes det også en type kjøleskap som har avtrekkskanal. Her brukes avtrekket kun rett før du åpner døra. Avtrekket reduserer forurensningen inne i skapet, slik når man åpner døra utsettes man ikke for det utslipp som er blitt oppsamlet i skapet.

6 PUNKTAVSUG

Punktavsug benyttes på punktkilder med begrenset utstrekning og mindre utslipp (emisjoner). Avsuget føres ut via en kanalåpning, munnstykke eller kåpe. Punktavsug har dårlig dybdevirkning slik riktig utforming i forhold til utslippsstedet er avgjørende for å oppnå et godt resultat. Gripehastigheten, ca. en diameter fra innløpsåpningen er redusert til 10 % av innløpshastigheten. Dette betyr at effektiviteten på et avsug reduseres dramatisk dersom avstanden til kildene øker.

- Det er ikke primært beregnet for kontinuerlig avsug.
- Fleksibel løsning innenfor et gitt område.
- Kan gi mye støy og anbefales ikke for rom med lydkrav.
- Effektiv ved riktig bruk
- Lave luftmengder

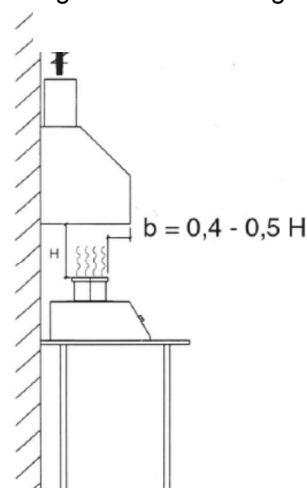


Figur 6.a Punktavsug

7 AVTREKKSHETTE

Avtrekksheetter er ofte en fast fiksert avtrekksinstallasjon som plasseres over utstyr som har behov for avtrekk. Den kan monteres både med og uten sidevegger avhengig av utslippskildens utforming. Den er mest egnet istedenfor punktavsug for forurensninger med varmeutvikling og for spesifikke utvalgte utstyr/operasjoner der avtrekksheetta kan tilpasses operasjoner. Hetta har svært liten gripehastighet og er følsom for eksterne påvirkninger, det skal dermed forutsettes at hetta skal være halve høyden utenfor kilden, se Figur 7.a.

- Er best egnet ved luftbårne forurensninger kombinert med varmeutvikling.
- Gir god personbeskyttelse og har god innfangningsevne ved riktig geometrisk utforming og riktig luftmengde.
- Ofte store dimensjoner med tilhørende store luftmengder ved for stor avstand mellom utslippskilde og avtrekksheetta.



Figur 7.a Avtrekksheetta

8 AVTREKKSBEK

En avtrekksbenk er en arbeidsbenk med avsug gjennom en perforert benkeplate. For å gi bedre effektivitet og unngå eksterne forstyrrelser kombineres den ofte med en avtakbar lett (pleksiglass) avtrekksheetta som er åpen i toppen. Avtrekksbenken har et annet



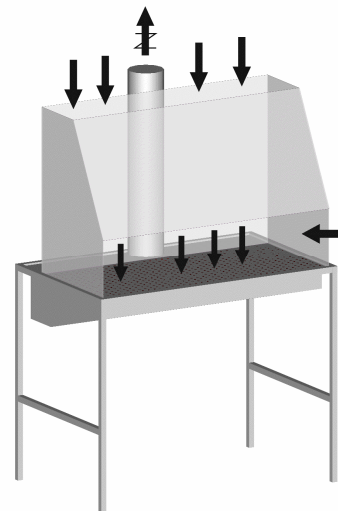
lufføringsprinsipp enn avtrekksskap, der luften styres direkte ned på arbeidsbenken, se Figur 8.a.

En avtrekksbenk gir bedre personbeskyttelse enn avtrekksskap ved isoterm og svakt overtempererte arbeidsoperasjoner. Den kan benyttes ved arbeid med biologisk materiale som ikke krever klasse II sikkerhetsbenk, og til avsug av kjemikalier med tetthet lik eller tyngre enn omgivelsesluft. Den fungerer ikke ved bruk av gasser og varmeutviklende operasjoner og gir ingen preparatbeskyttelse.

I motsetning til avtrekksskapet går bare en liten del av luftmengden forbi brukeren. Dette medfører mindre risiko for undertrykkzone mellom brukeren og avtrekksinstallasjon med tilhørende risiko for utslipp av forurenset luft. Minimum 2/3 av den perforerte benkeplaten bør være fri, for å oppnå riktig luftfordeling og effektivitet.

Fordeler i sammenligning med avtrekksskap:

- Mer effektiv ved isoterm og svake overtempererte arbeidsoperasjoner.
- Lavere støynivå.
- Krever 40-50 % mindre luftmengder enn avtrekksskap.
- 50-60 % lavere investeringskostnad.

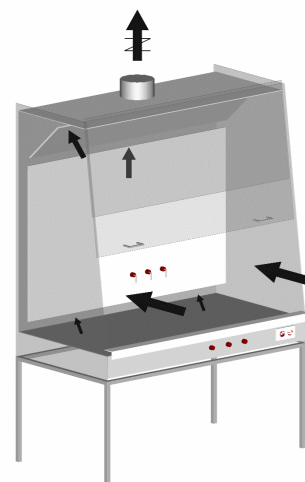


Figur 8.a Avtrekksbenk

9 AVTREKKSSKAP

Et konvensjonelt avtrekksskap er en avtrekksinstallasjon hvor arbeidet foregår inne i et innebygget volum (skap) med bevegelig frontluke. Brukeren står/sitter foran avtrekksskapet og arbeider gjennom frontlukeåpningen. Skapet gir personbeskyttelse mot eksponering fra utslipp inne i skapet. Det oppnås ved en stabil og konstant luftstrøm (lufthastighet) forbi brukeren gjennom frontlukeåpningen (Figur 9.a).

Avtrekkskap krever aerodynamisk utforming og kontrollerte lufthastigheter. Den brukes for gasser, aerosoler, partikler eller blanding og er egnet for avtrekk fra høy apparatur (utslipp høyt oppe). Det benyttes primært for kjemikalier og gasser som er lettere enn luft, samt for varmeutviklende prosesser. Avtrekksskap har ingen preparatbeskyttelse og er dårlig egnet til oppbevaring av utstyr, flasker etc.



Figur 9.a Avtrekksskap

Oppbevaring eller lagring inne i selve avtrekksskapet påvirker avtrekksskapet i negativ retning og medfører større utslipp fra skapet (Figur 9.b). Avtrekksskap er dermed en kostbar lagringsplass både investeringsmessig og driftsmessig, der andre alternativer som ventilerte skap er å foretrekke. Avtrekksskap blir ofte levert med underskap som er ment for oppbevaring. Denne skal ha separat tilkobling til ventilasjonsanlegget for å fungere tilfredsstillende.

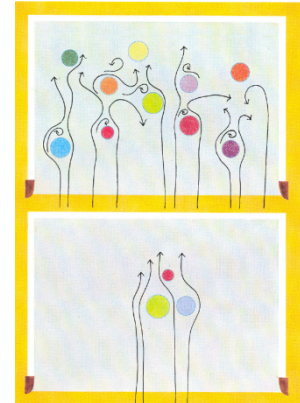
Avtrekkskap gir god personbeskyttelse ved korrekt bruk. Riktig bruk krever disiplinert brukerfunksjon, som minimering av utstyr inne i skapet som forstyrrer luftstrømmen og riktig lukeåpning, maks. 40-50 cm eller under ansiktshøyde, slik skapet beskytter mot sprut.



Lav åpningshøyde er klart det mest effektive tiltaket for å redusere utslipp og øke personsikkerheten. Det minimerer også følsomheten overfor eksterne påvirkninger som lufttilførsel og bevegelser på utsiden av skapet.

De fleste avtrekksskap leveres med en stående arbeidshøyde på 900 mm og en sittende på 500 mm. Ifølge standarden⁵, får ikke arbeidsbenken for avtrekksskap overstige 900 (+50) mm. Høyere avtrekksskap kan tilpasses etter bestilling fra brukeren. Det finnes også avtrekksskap som har justerbar høyde, som kan forbedre den ergonomiske arbeidsstilling og ved disiplinert bruk redusere arbeidshøyden på lukeåpningen. Denne løsningen medfører større kompleksitet til føringer av vann/avløp og ventilasjon og dermed en større investering. Avtrekksskap kan også leveres som "walk in" skap som ofte benyttes ved store utstyr som skal trilles in og ut.

Alternativer for rullestolbrukere er stasjonære avtrekksskap uten skap under og med en høyde som muliggjør en god ergonomisk stilling med beina under skapet, et justerbart avtrekksskap eller spesialdesignede ståstoler.



Figur 9.b Avtrekksskap:
Ju mer utstyr, desto dårligere personsikkerhet

Avtrekksskap krever relativt store luftmengder og skal ikke brukes hvis andre løsninger for avtrekk av forurensninger er mulige.

10 ULIKE TYPER AV AVTREKKSSKAP

Grunnet det store luftmengdebehovet er det hensiktsmessig å se nærmere på alternativer på avtrekksskap, som kan redusere luftmengdene uten å redusere personsikkerheten.

Det er ulike faktorer som kan redusere luftmengden og dermed energibruken på et avtrekksskap. De er fordelt under kategoriene:

- Utformingen av avtrekksskapet: Reduserer den dimensjonerende luftmengden ved definert arbeidshøyde, gjennom forbedringer av den aerodynamiske utforming av skapet.
- Styring og regulering av luftmengde og frontluke: Reduserer den faktiske luftmengden, gjennom kontinuerlig styring av luftmengde og frontluke.
- Brukeren: Reduserer den faktiske luftmengden ved disiplinert bruk.

10.1 Utformingen av avtrekksskap

10.1.1 Avtrekksskap med aktive kullfiltre og omluft

Det finnes avtrekksskap som ikke er koblet til ventilasjonssystemet. Prinsipielt er det oppbygget som et konvensjonelt avtrekksskap, men avtrekket filtreres via filter og går tilbake til rommet, såkalt omluft. Et slikt skap kan gi tilsvarende beskyttelse som et konvensjonelt avtrekksskap, hvis filtrene er tilpasset stoffene som er brukt i skapet. At skapet bare kan benyttes på definerte stoffer gjør at skapet blir lite fleksibelt. Vedlikehold og skifte av filter er her svært viktig. Ved skifte av filter må det benyttes personlig verneutstyr eller «safe change»-filtre. Filtrene må behandles som spesialavfall. Noen leverandører tilbyr slike skap med flere filter, ett HEPA-filter og ett filter for løsemidler, syrer og baser. Skapene håndterer normalt ikke gasser. Disse skap er enkle å relokalisere og benyttes for mindre og enklere arbeidsoppgaver som krever personbeskyttelse. Energimessig er dette et veldig gunstig alternativ, men grunnet personsikkerhet anbefales det generelt ikke, og spesielt ikke i forskningslaboratorier.

⁵ NS-EN 14175-2



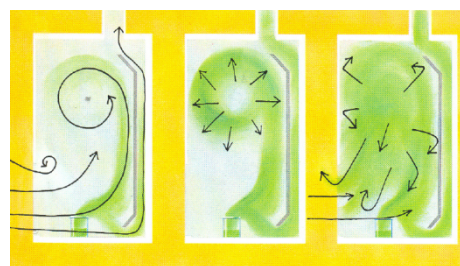
10.1.2 Avtrekksskap med tilfredsstillende luftmengde kun i minimumhøyde

Et alternativ for å redusere luftmengden er å dimensjonere luftmengden slik det er tilfredsstillende hastighet over lukeåpningen når frontluken står i minimum. Luftmengden øker dermed ikke når man åpner frontluken, hvilket reduserer lufthastigheten over lukeåpningen og øker risikoen for utslipp **Feil! Fant ikke referanseilden..**

Dette er et alternativ som vurderes p.t. for utstyrsavtrekksskap, der eksempelvis autoklaver er plassert. Alternativet betyr at det er mer kapasitet for fler forsøksavtrekksskap, men mindre personbeskyttelse på utstyrsavtrekkskapet. Ved en slik løsning er det viktig at luftskifteeffektiviteten \mathcal{E} , er høy. (se videre kap 3 og 10.2)

10.1.3 Avtrekksskap med avsug i sentrum av virvel i øvre del av skap

Det er tidligere forekommet avtrekksskap med avtrekk plassert i sentrum av virvelen i toppen av avtrekkskapet, se Figur 10.a Luftstrømning i . Normalt bryter denne virvelen sammen med jevne mellomrom, noe som medfører tilbakeslag i skapet og utslipp fra skapet. Ved å «drenere» denne virvelen for forurensninger kontinuerlig, unngår man periodiske utslipp. Målinger ved stasjonære forhold har vist at man ved denne løsningen kan redusere luftmengden i skapet i størrelsesorden 30 %. Denne type skap ble tidligere levert av en norsk produsent. Det er p.t. ikke funnet noen produsent som fortsatt leverer denne type avtrekksskap.



Figur 10.a Luftstrømning i avtrekksskap

10.1.4 Avtrekksskap med lavere lufthastighet

Det var tidligere en norm som anbefalte en lufthastighet på 0,5 m/s som et kriterium for å oppnå tilfredsstillende personsikkerhet ved arbeid i avtrekksskap. I dag arbeider leverandører for å redusere luftmengdene, samtidig som personsikkerheten skal opprettholdes. Det finnes avtrekksskap på markedet i dag som opererer med lavere lufthastigheter i åpningssonen enn tradisjonelt. Dette innebærer at enkelte leverandører hevder at avtrekkskapet kan operere med en halvering av luftmengdene. Denne lave luftmengden kan gi stort utslag på redusert energibruk, men samtidig en risiko for økte utslipp fra avtrekkskapet. Se videre kap 10.2.

10.1.5 Avtrekksskap med lavere luftmengde pga innebygget vifte

For å muliggjøre en ytterligere reduksjon av luftmengde er det utviklet avtrekksskap med innebygget vifte. Viften hjelper luft å strømme in langs side- under- og overpostene langs frontåpningen på avtrekkskapet. Den økte tilluften langs frontåpningen gir en stabil jevn lufthastighet i ytterkantene på skapet og reduserer risikoen for at forurensningene transporteres mot åpningen og ut i oppholdssonen. Se videre resultater i sammenstilling av avtrekksskap i 10.2.

10.2 Resultater ved testing av avtrekksskap

Grunnet at det ikke lenger er et generelt krav om en spesifikk lufthastighet over lukeåpningen på avtrekksskap, er det testresultater iht. standarder som vil være veiledende for kvaliteten på avtrekkskapet. Tester som er utført på avtrekksskap iht. NS EN 14175 er beskrevet i kap Lover og standarder.

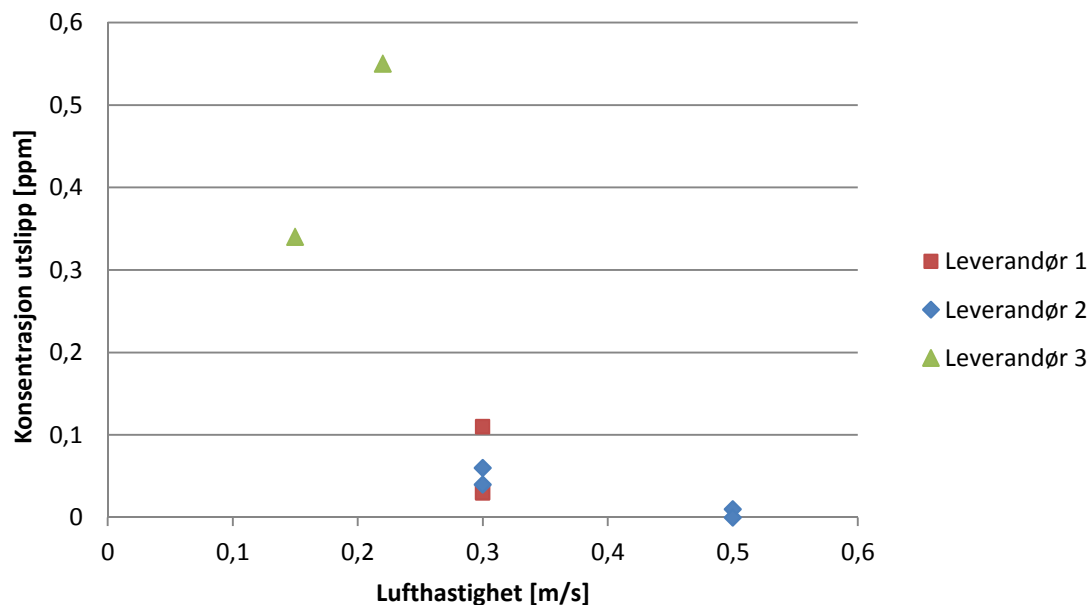
Ved testing av "Containment factor", vil utslippskonsentrasjonen i mange tester være så lave at det ikke detekteres av måleutstyret. Denne test kan dermed kun vise om et avtrekksskap har store utslipp, som detekteres, eller lavere det som kan detekteres.

Testresultater på robusthet, "Robustness factor", viser om avtrekkskapet får store utslipp fra skapet til operatørens oppholdssone når det er forstyrrelser rundt avtrekkskapet. Figur 10.b



viser sammenhengen mellom konsentrasjonen av utslipp ut i oppholdssonen og lufthastigheten over lukeåpningen. Resultatene er fra 3 ulike leverandører, med ulike skapstørrelser. Figuren viser at utslippene øker eksponentielt når lufthastigheten reduseres. Skap med en lufthastighet på 0,5 m/s, tilsvarende de gamle normene, har en utslippskonsentrasjon på 0,01 ppm eller under. Skap med lufthastighet på 0,3 m/s har en utslippskonsentrasjon mellom 0,03-0,11 ppm. Leverandør 3 har et skap med lufthastighet 0,22 m/s, med en utslippskonsentrasjon på 0,55 ppm. De har også et skap med enda lavere lufthastighet, men med en innebygget vifte, tilsvarende det som er beskrevet i kap 10.1.5. Dette skap kan altså redusere utslippskonsentrasjonen fra 0,55 ppm til 0,34 ppm og ha en lavere lufthastighet.

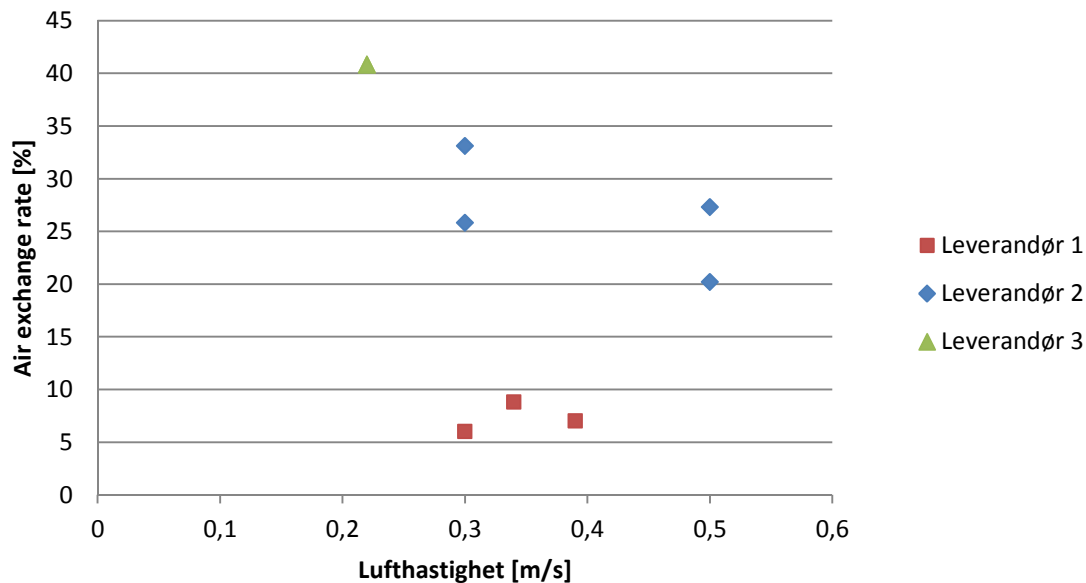
Norge har i dag ikke noen krav på grenseverdier for utslippskonsentrasjonen ved tester iht. 14175. I Tyskland finnes det en anbefaling fra BG-Chemie på grenseverdien for robustness test på 0,65 ppm. Alle avtrekksskap i Figur 10.b klarer dette krav med stor margin. ASHRAE⁶ har et krav til maks. utslipp 0,05 ppm ved tilført 4 l/min sporgass (EN har 4,5 l/min), ved testing uten forstyrrelser. Hvis dette kravet skulle direkteoverføres på robustness testet i Figur 10.a, skulle 3 av 5 skap med lufthastighet 0,3 m/s samt alle skap med lufthastighet 0,5 m/s tilfredsstillte det kravet.



Figur 10.b Sambandet mellom konsentrasjonen av utslipp i ppm og lufthastigheten for avtrekksskap fra 3 ulike leverandører

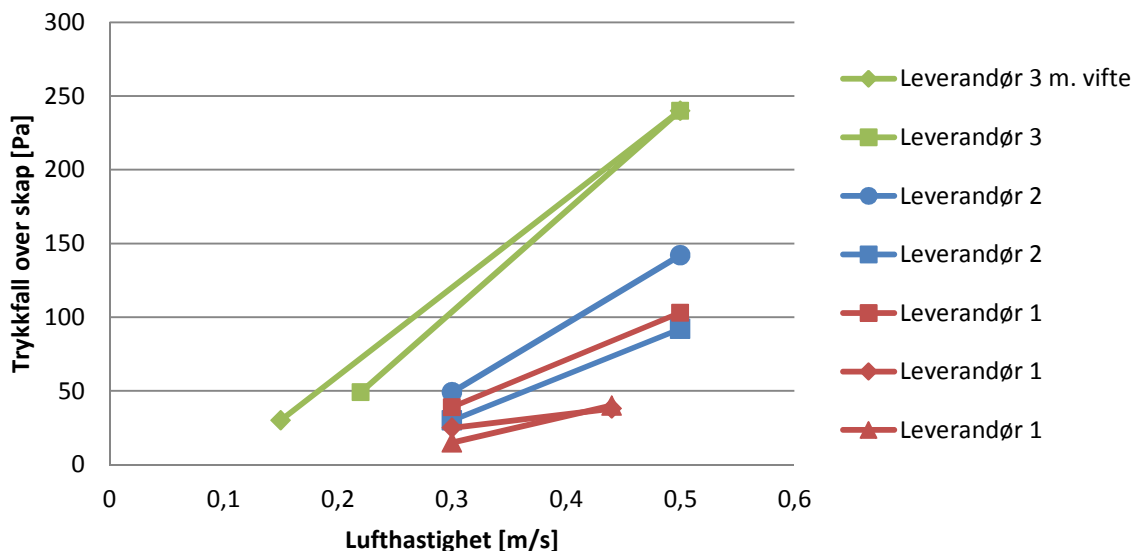
Luftskifteseffektiviteten ϵ angir hvor raskt luften skiftes ut i skapvolumet ved lukket frontluke. Figur 10.c viser resultater for luftskifteseffektiviteten for skap fra 3 leverandører. Leverandør 1 utmerker seg her med å ha svært dårlig luftskifte. Det synes også på resultatene som om skap med lavere luftmengder ved lukket frontluke, har bedre luftskifteseffektivitet enn de med høyere luftmengde, se Figur 10.c.

⁶ ASHRAE 110: 1995 Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods



Figur 10.c Sammenheng mellom luftskifteeffektivitet og lufthastighet for avtrekksskap fra 3 ulike leverandører

Det er viktig at man i forbindelse med vurderingen av avtrekksskap får dokumentasjon på trykkfall over skapet. Trykkfall påvirker dimensjoneringen og effektbehovet for viften i ventilasjonsanlegget. Leverandør 3 har et relativt høyt trykkfall til tross for den lave luftmengden (Figur 10.d). Dette begrenser bruken av dette skap dersom man ønsker å benytte høyere luftmengder, da dette vil gi betydelig større trykkfall. En slik endring med økt trykkfall over skapet ville medføre at også vifteenergien vil øke tilsvarende.



Figur 10.d Sammenheng mellom trykkfall over avtrekksskap og lufthastighet fra 3 ulike leverandører

10.3 Automasjon og regulering av luftmengder og frontluke

Et viktig tiltak for å redusere energibruken ved bruk av avtrekksskap er å regulere luftmengden slik den tilpasses høyden på lukeåpningen på skapet. Dette kapittel beskriver ulike prinsipper og løsninger for dette.



Generelt bør både styring og regulering av avtrekksinstallasjoner inkl. avtrekksskap leveres av samme entreprenør/leverandør som er ansvarlig for den komplette laboratorieventilasjonen og laboratoriereguleringssystemet i laboratoriet. Dette fordi de ulike systemene for behovstyring av luft påvirker hverandre. Dersom det benyttes VAV på regulering av avtrekksmengden bør leverandøren av dette utstyret dokumentere at utstyret er testet iht. 14175-6.

10.3.1 Avtrekksskap med trinnvis regulering

En trinnvis regulering av avtrekksskapet betyr at avtrekksskapet har definerte posisjoner med tilsvarende luftmengde. Dette kan være trinnvis, fra 2-3 trinn, der den enkleste varianten kun har to posisjoner;

1. Minimumluftmengde, som benyttes når frontluken står i nedre posisjon og skapet bare trenger grunnventilasjon.
2. Maksimumluftmengde, som benyttes når skapluken står i normal/standard arbeidsåpning. Dersom man ønsker å benytte mellomposisjoner på lukehøyden vil dette kunne medføre for høye lufthastigheter.

10.3.2 Avtrekksskap med kontinuerlig luftmengderegulering

Ved kontinuerlig luftmengderegulering gjennom avtrekksskapet reguleres luftmengden kontinuerlig i forhold til frontlukeåpningen. Selve luftmengdejusteringen gjøres via et VAV-spjeld som sitter i avtrekkskanalen fra avtrekksskapet. Dette innebærer at man ved lav arbeidshøyde bruker mindre luft enn om man har høy arbeidshøyde.

10.3.3 Automatisk lukking av frontluke

For optimalisering av energibruken til avtrekksskap kan det installeres en tilstedværelsesføler på avtrekksskapet som registrerer om operatøren er til stede. Dersom luken står i åpen posisjon/arbeidshøyde en innstilt tid (innstillbar) uten at det er en operatør foran skapet går luken automatisk ned til minimum lukehøyde og luftmengden reduseres tilsvarende.

Brukeren må være bevisst på den automatiske lukkingen, og unngå at utstyr eller prøver blir truffet og faller, med den sikkerhetsrisikoen at kjemikalier kan forurense rommet eller treffe brukeren, se Figur 10.e. Et tilvalg på et slikt produkt er en laserstråle i underkant av luken som automatisk stopper frontluken når et hinder bryter strålen. Praktisk erfaring med denne type installasjon er at tilstedeværelsesdetektorene ikke er gode nok og at luken i flere tilfeller lukker når operatøren er tilstede. Dette blir oppfattet som svært frustrerende for operatøren og kan forårsake farlige hendelser.



Figur 10.e Eksempel på sikkerhetsrisiko ved automatisk lukking

10.3.4 Automatisk styring av lukeåpning til definert arbeidshøyde

En såkalt "creep"-funksjon, er et tiltak for økt personsikkerheten og reduserer ikke luftmengden. Når brukeren bevisst beveger frontluken over maks arbeidshøyde (500mm), vil en automatisk styrefunksjon automatisk senke lukeåpningen ned til definert maks høyde igjen.

10.4 Overvåkning og brukerfunksjon

10.4.1 Sperre for åpning over maksimum

Det skal være en fysisk sperre på frontluken på definert maksimumhøyde. For å få luken høyere skal det kreves en fysisk bevisst handling fra brukeren, gjennom å løfte en sperrekloss⁷. En

⁷ NS-EN 14175-2, pkt 7.3.2



hørbar og visuell alarm bør monteres for å informere brukeren om at frontluken er over maksimum operativ åpning. Brukeren kan slå av den hørbare alarmen.

10.4.2 Luftmengdeindikator

En luftmengdeindikator skal være installert for at brukeren enkelt skal kunne sjekke at skapet er fungerende med korrekt luftmengde på avtrekk, iht. innregulert mengde. En hørbar og visuell alarm skal monteres for å informere brukeren om at det ikke går riktig luftmengde gjennom skapet. Brukeren kan slå av alarmen⁸.

10.4.3 Opplæring

Manglende opplæring og informasjon til brukerne om riktig bruk og kontroll av avtrekksinstallasjoner er en av de hyppigste årsakene til at avtrekksinstallasjoner "ikke fungerer" tilfredsstillende. Opplæring er svært viktig og bør prioriteres betydelig høyere. Dette vil ofte være avgjørende for om installasjonene er vellykkete eller ikke. I tillegg er det viktig at brukerne er med i planleggingen av utstyr for beskyttelseventilasjon slik at riktig type utstyr blir valgt til riktig arbeidsprosess/opp-gave.

10.5 LCC-beregning avtrekksskap

Det er utført LCC-beregning for ulike type avtrekksskap og automasjon og regulering av frontluken. Det er valgt ut et konvensjonelt avtrekksskap, tilsvarende leverandør 1 og 2 og et avtrekksskap med lavere luftmengder, tilsvarende leverandør 3 fra 10.2. Begge skapene er beregnet ved deres normale forhold, samt ved en lavere luftmengde som tilsvarer en lufthastighet på 0,36 m/s ved frontluken⁹.

For automasjon og regulering er det utført beregning for installasjon av VAV-regulator som gir en kontinuerlig luftmengderegulering på avtrekksskapet, samt automatisk lukking av frontluke mha tilstedeværelsesensor.

Følgende forutsetninger gjelder for beregningen:

Årsmiddeltemp. Oslo	6 °C
Tilluftstemp. Vinter	22 °C
Driftstid oppvarming	5782 Gd
Gjenvinning	0,55
Avtrekksskap levetid	20 år
VAV-regulator & Lukelukker levetid	15 år
Antal timer maksåpning per dag	8 h
Antal timer redusert åpent grunnet kontinuerlig regulering	0,5 h
Antal timer redusert åpent grunnet lukelukking	0,5 h
Brukstid	60 År
Kalkulasjonsrente	0,04 -
Energi pris strøm	0,7 kr/kWh

Beregningene viser at det er lønnsomt å bruke en lavere luftmengde (0,36 m/s) i et "konvensjonelt" avtrekksskap. Det er derimot ikke lønnsomt å investere i dyrere avtrekksskap med veldig lav luftmengde, tilsvarende leverandør 3. Dette skyldes at investeringskostnaden og driftskostnaden som er antatt 5% av investeringskostnaden er høyere enn antatt energibesparelse. Ved sammenligning av avtrekksskapene med samme lufthastighet (0,36 m/s), blir energibesparelsen større for et konvensjonelt skap, grunnet høyt trykkfall og økt vifteeffekt hos leverandør 3. Det kreves et strømpris på 1,3 kr/kWh for at avtrekksskapet med lave luftmengder (0,15 m/s) skal bli lønnsomt.

⁸ NS-EN 14174-2, pkt 8.2

⁹ Anbefalte forsvarlig luftmengde mtp. Personikkerhet- Nortest



Det kreves en sikkerstilling at en lavere luftmengde (0,36 m/s) i et "konvensjonelt" avtrekksskap fortsatt gir god personsikkerhet. Dette kan gis gjennom allerede befintlige testresultater eller krav om testing ved slike forhold.

Tabell. 10a LCC-beregning avtrekksskap, nåverdi per 1m skap

	Leverandør 1 og 2		Leverandør 3	
	Konv. Avtrekksskap 0,5 m/s	Konv. avtrekksskap 0,36 m/s	Avtrekksskap 0,15 m/s	Avtrekksskap 0,36 m/s
Investeringskostnad	-55 000	-55 000	-90 000	-90 000
Driftskostnad	-62 215	-62 215	-101 806	-101 806
Utskiftningskostnad	-36 557	-36 557	-59 821	-59 821
Energibesparelse	0	20 885	51 793	19 864
Sum	-153 772	-132 887	-199 834	-231 763
Besparelse per 1m skap		20 885	-46 062	-77 991
Besparelse for LVB (ca 300st skap)		7 309 817	-16 121 639	-27 296 767

Ingen av automasjon- eller reguleringstiltakene er lønnsomme ifølge LCC-beregningene. Investeringskostnaden med 15 års levetid og driftskostnader på 5% forsvare ikke energibesparelsen. Energibesparelsen kan i et slikt fall variere og er veldig brukeravhengig. I vårt fall har vi tatt som forutsetning av en kontinuerlig regulering reduserer luftmengden, tilsvarende som om luken hadde vært lukket 1 h mer per dag. For lukelukkeren har vi antatt at luken er lukket 2,5 h mer per dag. Dette tilsvarer densamme effekten en lukelukker skulle ha om 16% av brukerne glemmer å lukke skapet når de går hjem. Det kreves et energipris på 1,9 kr/kWh for at kontinuerlig regulering med lukelukker skal være lønnsomt og enda høyere hvis kun kontinuerlig regulering skal være lønnsomt. Det kan også være aktuelt med korrosjonsbestandig materialer for utstyret, avhengig av bruken. Dette er vanligvis 30% dyrere og dermed enda mindre lønnsomt.

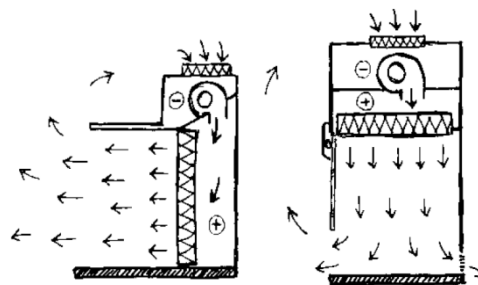
Tabell 10b LCC-beregning regulering og automasjon avtrekksskap

	Kontinuerlig regulering	Kontinuerlig regulering + lukelukker	Kontinuerlig regulering, korrosjonsbestandig	Kontinuerlig regulering +lukelukker korrosjonsbestandig
Investeringskostnad	-15 000	-36 100	-22 500	-54 150
Driftskostnad	-16 968	-40 835	-25 451	-61 253
Utskiftningskostnad	-15 522	-37 356	-38 738	-96 889
Energibesparelse	12 238	42 832	8 811	30 839
Besparelse per 1m skap	-35 252	-71 459	-77 878	-181 453
Besparelse for LVB (ca 300st skap)	-12 338 026	-25 010 504	-27 257 412	-63 508 479



11 STERILBENK

En sterilbenk er en benk som bruker laminær luftstrøm (LAF) for å beskytte produktet. Produktskyddet beholdes med en parallell luftstrøm av HEPA-filtrert (delvis resirkulert) luft, vertikalt eller horisontalt over arbeidsplaten, se Figur 11.a. Dette innebærer at luft strømmes over produktet mot brukeren og/eller ut i avtrekk. Sterilbenker gir ingen personbeskyttelse og er beregnet for kalde/isoterm arbeid. "Lukkede LAF-benker" er en type sikkerhetskabinett klasse II eller III, som kan gi både personbeskyttelse og produktbeskyttelse, se videre under.



Figur 11.a Sterilbenk med horisontal (t.v.) og vertikal (t.h.) luftstrøm

12 SIKKERHETSKABINETT

Definisjonen av et sikkerhetskabinett iht. EN 12469 er: "En ventilert innkapsling for å beskytte brukeren og omgivelsene fra aerosoler som kan oppstå ved håndtering av potensielt risikofylte og riskfylte mikroorganismer. Avtrekket skal være filtrert."

Man bruker ofte en sittende stilling ved arbeid i sikkerhetskabinetter. Arbeidshøyden er lavere enn for avtrekksskap og ligger på ca. 25 cm.

12.1 Klasse I

Klasse I sikkerhetskabinett er prinsipielt som et konvensjonelt avtrekksskap, men med HEPA-filte (høyeffektivt filter) på avtrekksluften. HEPA-filtret fjerner stoffer fra avtrekksluften som ikke kan slippes ut i ventilasjonsanlegget eller ut i atmosfæren. Benken gir god personbeskyttelse men ingen preparatbeskyttelse og har ellers de egenskaper som et konvensjonelt avtrekksskap, se kap 9.

Anbefalt lufthastighet ved frontluken for å sikkerhetsstille personsikkerheten er 0,7-1,0 m/s i arbeidsåpningen¹⁰.

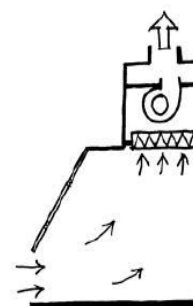
12.2 Klasse II

Klasse II sikkerhetskabinett har en delvis resirkulering av luften internt og en HEPA-filtrert laminær luftstrøm (LAF) som gjør at den kan brukes for preparat/produktbeskyttelse. Benken gir også personbeskyttelse ved luftstrøm inn gjennom arbeidsåpningen, likt et avtrekksskap. Slik alle sikkerhetskabinetter er det HEPA-filte på avtrekksluften.

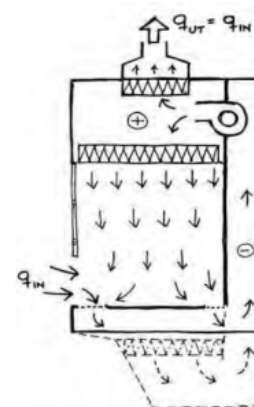
Det finnes flere varianter av klasse II -kabinetter, de mest benyttede er:

- A2: Resirkulerer 70 % av luften. Brukes ofte til vanlige mikrobiologiske operasjoner.
- B1: Resirkulerer 30 % av luften.
- B2: Resirkulerer ikke luft, alt går ut i avtrekk. Denne er egnet for arbeid med kjemikalier og oppkonsentrerte giftige stoffer.

Ved bruk av spesielle stoffer i B2-sikkerhetskabinetter kan det være aktuelt å skille avtrekket fra byggets øvrige ventilasjonsanlegg.



Figur 12.a
Sikkerhetskabinett klasse 1



Figur 12.b
Sikkerhetskabinett klasse II

¹⁰ NS 12469 Bioteknologi - Ytelseskriterier for mikrobiologiske sikkerhetsskap

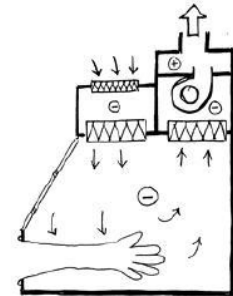


Anbefalt middellufthastighet over lukeåpningen er $\geq 0,4$ m/s, for å opprettholde personbeskyttelse. Anbefalte middellufthastigheter av laminær luftstrømning over arbeidsplaten er 0,25-0,5 m/s, for å sikkerhetsstille produktbeskyttelse⁹.

12.3 Klasse III

En klasse III sikkerhetsbenk er en helt lukket enhet hvor både ut- og innluft HEPA-filtreres og brukes til arbeid med svært smittefarlige/giftige stoffer. Alt arbeid utføres gjennom hanskebokser og ger dermed den høyeste graden av preparat og personbeskyttelse. Det skal være undertrykk ved bruk for å utelukke risiko for utlipp fra enheten.

Anbefalt middellufthastighet over lukeåpningen, ved bruk av kun en hanske, er $\geq 0,7$ m/s, for å opprettholde personbeskyttelse⁹.



Figur 12.c.
Sikkeretskabinett klasse III

13 FAKTORER SOM PÅVIRKER AVTREKKSINSTALLASJONENS EFFEKTIVITET

I tillegg til avtrekksinstallasjonenes konstruksjon og geometri, er det en rekke tilleggsfaktorer som har vesentlig betydning for effektiviteten av et avtrekk:

- Plassering i rommet: Eksterne påvirkninger på strømningsforholdene av luften i rommet bør unngås i nærheten av avtrekksinstallasjonen. Plassering inn mot gangsoner, dører og vinduer bør unngås.
- Avtrekkskapasitet: Luftmengdene bør være stabile og i henhold til leverandørens anvisninger. Mer luft, gir ikke alltid mer effektivitet. For innebygde avtrekksinstallasjoner bør hastigheten være så stor at luftstrømningen i minst mulig grad påvirkes av eksterne strømningsforhold. Samtidig må ikke hastigheten bli så stor at "bakvirvelen" mellom avtrekkskap og brukeren blir så stor at man får utlipp fra skapet.
- Tilluftsarrangement: Tilluftsventiler bør ikke plasseres slik de påvirker avtrekksinstallasjonen. Tilluftshastigheten bør ikke overstige 0,2-0,3 m/s
- Luftmengdebalanse, regulering: Omhandles dypere i notatet *Reguleringssystemer for laboratorieventilasjon*.
- Brukeren: Det er viktig at det ikke plasseres for mye utstyr, flasker etc. på arbeidsplassen som påvirker og reduserer effektiviteten på avtrekksinstallasjonen. En god regel er derfor at man kun har det man trenger for denne aktuelle arbeidsoperasjonen i skapet. Denne type avtrekksinstallasjoner skal ikke benyttes til oppbevaring og lagring, det skal gjøres i egne lukkede (ventilerte) skap.

14 ANBEFALINGER

Hvilken type utstyr for beskyttelseventilasjon som bør benyttes må vurderes i hvert enkelt tilfelle og tilpasses arbeidsprosessen. Forurensning med stor helserisiko vil kreve bedre utstyr som gir større beskyttelsesgrad enn forurensninger som bare gir ubehag (lukt etc.).

Alle installasjoner for beskyttelseventilasjon skal leveres med relevant dokumentasjon og testresultater fra NS EN 14175/NS EN12465 (avtrekkskap/sikkeretskabinetter) eller andre tilsvarende standarder, som minimum bør inneholde:

- Materialspesifikasjon m beskrivelse av oppbygging og funksjon
- Brukerveiledning, angivelse av bruksområde
- Dimensjonerende luftmengde
- Totalt trykkfall for utstyret
- Totalt avgitt støyeffekt fra installasjonene
- Effektivitets test



Ved valg av avtrekksskap bør det velges skap med dokumentert god personsikkerhet som bruker minst mulig energi. Det bør være avklart og bestemt hvilket automatiseringsnivå det skal legges på laboratoriereguleringsystemer for ventilasjon og for utstyr for beskyttelseventilasjon før spesifisering og forespørsel på avtrekksskap sendes ut. Basert på innhentede opplysninger og betydelig erfaring med laboratorieplanlegging og drift anbefales det at designverdi for avtrekksskap settes til 650m³h pr. lm. skap, tilsvarende 0,36 m/s. Tilbudte skap skal da være testet ved denne luftmengden.

Sikkerhetsbenker skal leveres, dokumenteres og testes iht. NS-EN 12465.

Det er viktig at man kvalitetssikrer valget av type sikkerhetskabinett, slik det velges et kabinett som er beregnet til det arbeidet den faktisk skal brukes til.

15 KILDER

ASHRAE 110:1995, Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods

NS EN 12469, Bioteknologi - Ytelseskriterier for mikrobiologiske sikkerhetsskap

NS EN 14056, Laboratorieinnredning- Anbefalinger for utforming og montering.

NS EN 14175:1-6, Avtrekk/Avtrekksskap

NS EN ISO 14644-7 Renrom og tilhørende kontrollerte omgivelser; Isolerte kammere

Åkredalen, R. Ventilasjonshåndbok Ventøk: Beskyttelseventilasjon, Skarland Press, 2000

Norsk Standard.



Ratio arkitekter as
MOE A/S
Erichsen & Horgen as
Ing Per Rasmusen as
Ark Kristine Jensens Tegnestue A/S

STATSBYGG
NOTAT 1004501
LIVSVITENSKAPSBYGGET

1004501 UiO Livsvitenskapsbygget
NO-RIV-30-17-
BESKYTTELSEVENTILASJON

Forprosjekt

Dato: 11.02.2016

Rev./status: 02

VEDLEGG A

Forutsetninger LCC

Type	Lufthastighet [m/s]	Total investering	Drift NOK/år 5-5% av inv.	Utskiftings- kostnad	Brukstid	Levetid	Total Energi [kWh/år lm]	[kWh/år lm]	[kr/år lm]
Konvensjonelt avtrekksskap	0,5	55000	2750	55000	60	20	7761	0	0
Konvensjonelt avtrekksskap	0,36	55000	2750	55000	60	20	6442	1319	923
Lavere luftmengder	0,15	90000	4500	90000	60	20	4491	3270	2289
Lavere luftmengder med forhøyd luftmengde	0,36	90000	4500	90000	60	20	6507	1254	878
Kontinuerlig regulering	0,5	15000	750	15000	60	15		773	541
Lukelukker	0,5	21100	1055	21100	60	15		1932	1352
Kontinuerlig reg+ lukelukker	0,5	36100	1805	36100	60	15		2705	1893
Kontinuerlig reg.	0,36	22000	1100	22000	60	15		556	389
Kontinuerlig reg.+ lukelukker	0,36	43100	2155	43100	60	15		1947	1363
Kontinuerlig reg. -korrosjonsbestandig	0,36	22500	1125	22500	60	15		556	389
Kontinuerlig reg.+ lukelukker - korrosjonsbestandig	0,36	54150	2707,5	54150	60	15		1947	1363