

# ESD

## STATISK ELEKTRICITET

Et problem vi må forholde os til.....

# Velkommen

### Målgruppen

Kurset henvender sig til alle i organisationen, der ønsker et solidt kendskab til problemerne som ESD[1] – statisk elektricitet kan have på elektriske og elektroniske komponenter og produkter, samt ønsker viden omkring håndtering og adfærd i et EPA – område[2].

[1] ESD = **E**lectro **S**tatic **D**ischarge (elektrostatisk afladning)

[2] EPA = **E**lectrostatic discharge **P**rotected **A**rea

## Mål

Kurset giver indføring i ESD – statisk elektricitet. Dens natur, opståen og virkning overfor elektriske og elektroniske komponenter og produkter, samt hvordan den kan forårsage ødelæggelser enten ved akutte skader eller som latente skader, endvidere vil der blive anvist metoder til bekæmpelse og fjernelse af ESD – statisk elektricitet.

Til kontrol og dokumentation i et EPA område bliver måleudstyr gennemgået til adgangskontrol, erkendelse af ESDs tilstedeværelse og kontrol af overflader.



## ESD

**E**lectro  
**S**tatic  
**D**ischarge

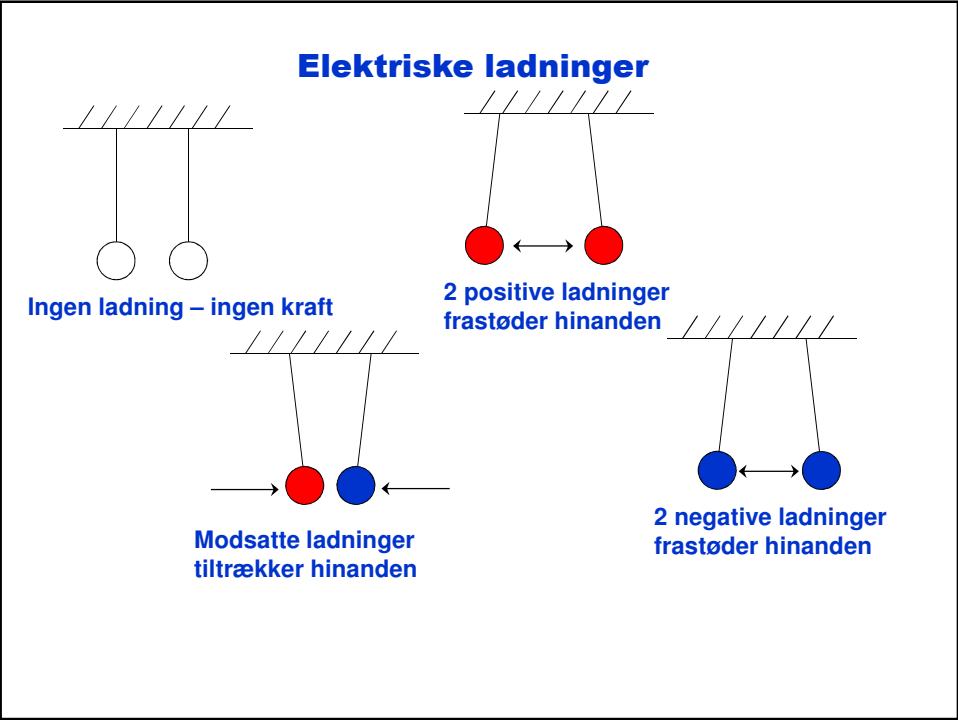
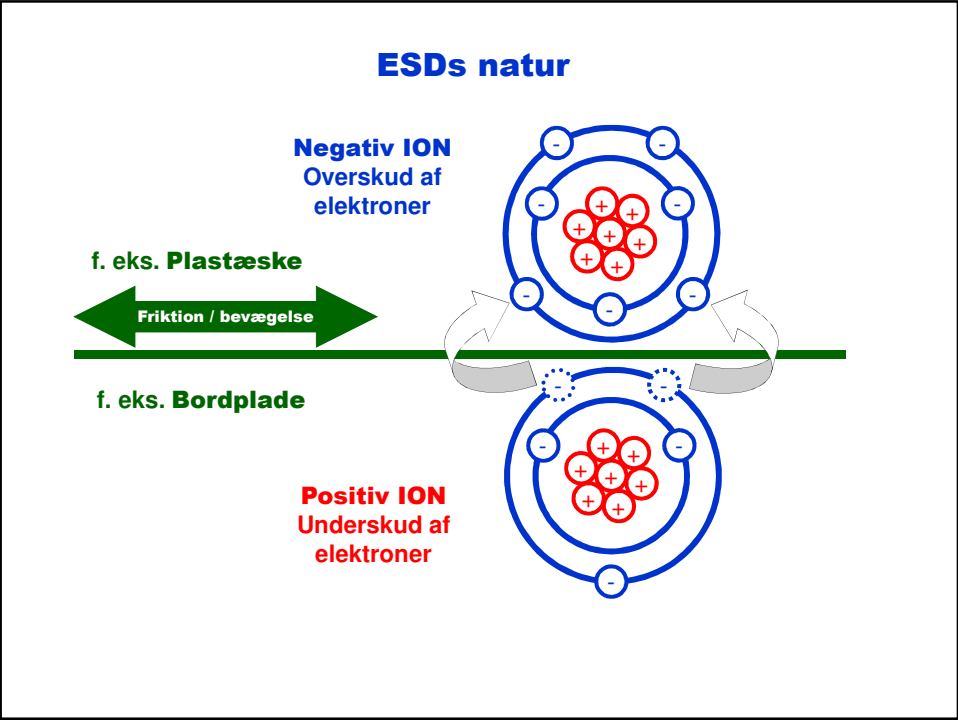
”Elektrostatisk afladning”

### Statisk udladning

En hurtig afladning skabt af en elektrostatisk kilde.

En elektrisk energi som kommer i berøring med eller i nærheden af en følsom komponent.

Komponenternes følsomhed vokser i takt med, at de bliver mindre og mindre.



## Kapacitans

**Skruetrækkeren er en isoleret leder.**

**En skruetrækker kan i princippet få en elektrisk ladning.**

**”Kommer til at fungere som en kondensator”**



## Kondensator

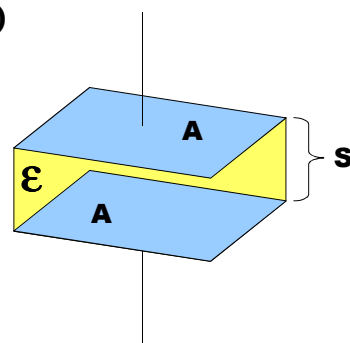
$$C = \frac{A \times \epsilon}{S} = \text{FARAD}$$

C = Kapacitet (formeltegn)

A = Areal

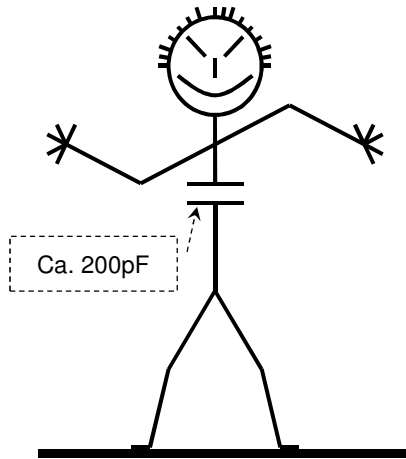
S = Afstand

$\epsilon$  = Dielectricitetskonstant (isolation)



$\epsilon$  = Epsilon

## Menneske

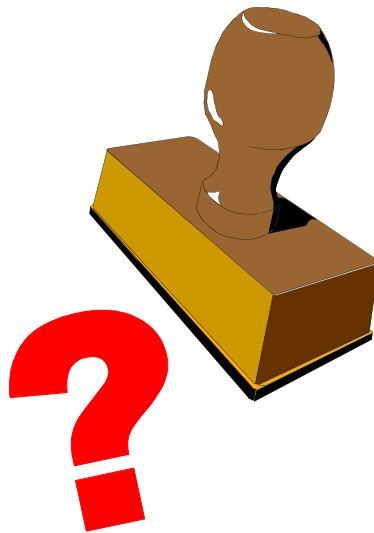


Kapacitans er bl. a.  
afhængig af:

Gulvbelægningens  
isolationsevne

Skosålernes materiale

Skonummeret



## Hvordan opstår den?

### Faste stoffer

*Ved kontakt / gnidning og separation*

### Væsker

*Ved bevægelse eller fordråbning*

### Luftarter

*Ingen ved rene luftarter*

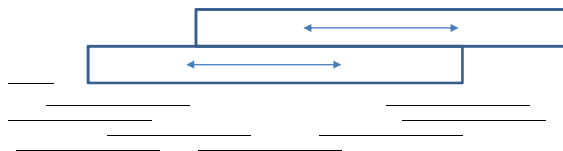
### Induktion

*Ved at et elektrisk felt frembringer en ladning på overfladen af et isoleret materiale*

## Hvordan opstår den?

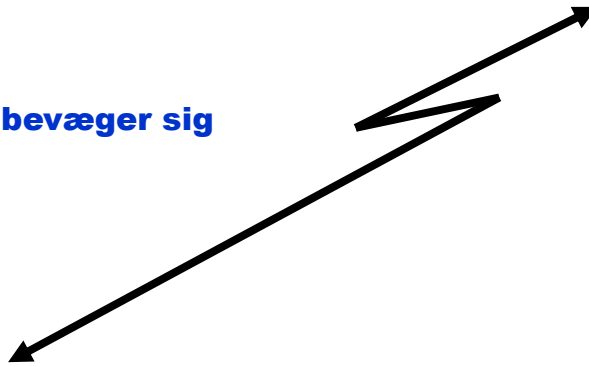
### Fast stoffer

- **Metal**
- **Plast**
- **Glas**
- **mm**



## Hvordan opstår den?

Væsker bevæger sig



## Hvordan opstår den?

**Luftarter**

**Rene luftarter oplades ikke**

**Indeholder luftarterne dråber  
opleves en opladning**

**Indeholder luftarterne faste  
partikler opleves en opladning**



## Hvordan opstår den?

### Induktion

**Optager ledende materialer - opladninger uden direkte berøring betragtes det som en induktiv overførelse af energien.**

### Triboelektrisk serie (uddrag)

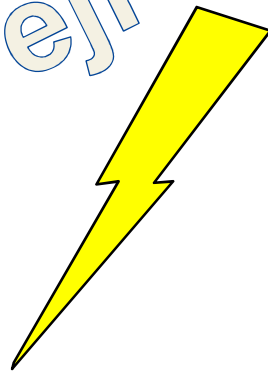




## **Forekomst af statisk elektricitet**

### **Statisk elektricitet i naturen**

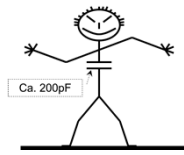
Tordenvejr



## Forekomst af statisk elektricitet

Næsten alle steder, hvor mennesker arbejder, kan der opstå statiske ladninger.

Kontakten og gnidningerne, kan frembringer ladningen.



Måske op til 20.000 Volt

Mange materialer kan oplades:

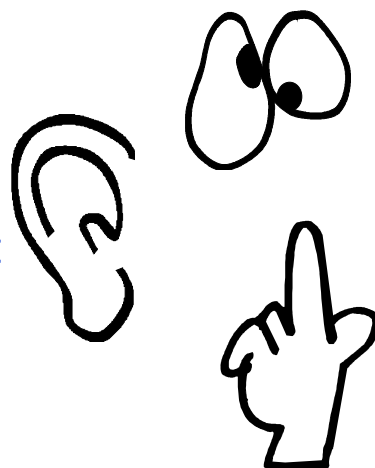
- isoleret værktøj
- plastlommer
- tegninger
- mm.

## Forekomst af statisk elektricitet

Ses fra ca. >10.000 Volt

Høres fra ca. >5.000 Volt

Føles fra ca. >3.000 Volt



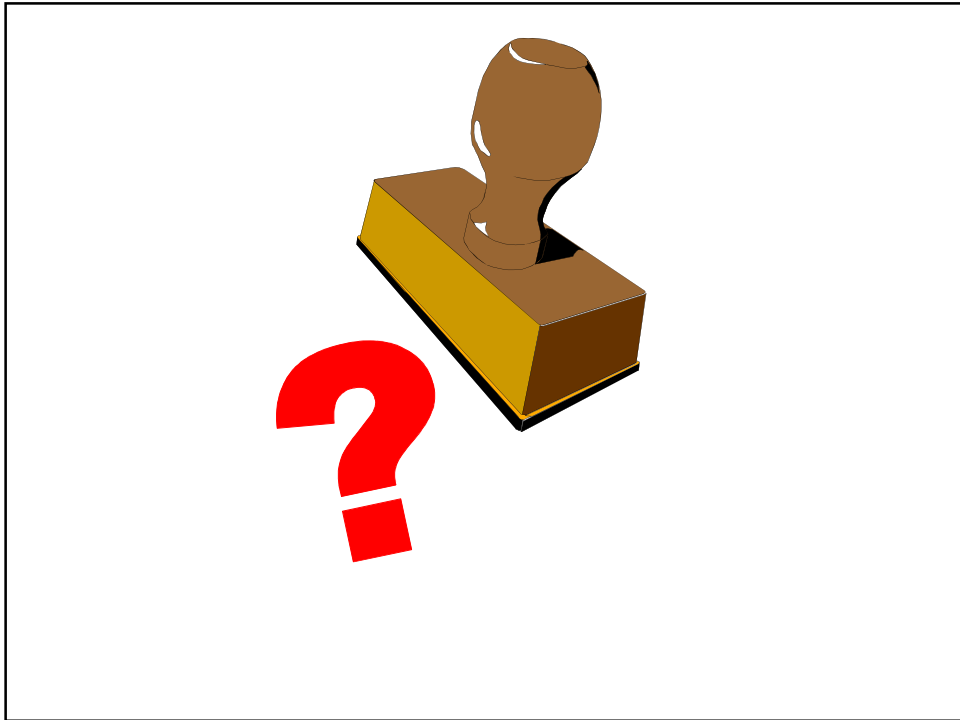
### Forekomst af statisk elektricitet

Temperatur i °C	Relativ luftfugtighed i %								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Absolut luftfugtighed i gram pr. m <sup>3</sup>								
0	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8
6	1,5	2,2	2,9	3,6	4,4	5,1	5,8	6,5	7,3
12	2,1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4	8,5	9,6	10,7
18	3,1	4,6	6,2	7,7	9,2	10,7	12,3	13,8	15,4
20	3,5	5,2	6,9	8,6	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3
22	3,9	5,9	7,8	9,7	11,7	13,6	15,5	17,5	19,4
24	4,4	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	17,4	19,6	21,8
28	5,5	8,2	10,9	13,6	16,3	19,1	21,8	24,5	27,3
30	6,1	9,2	12,1	15,2	18,2	21,3	24,3	27,4	30,4

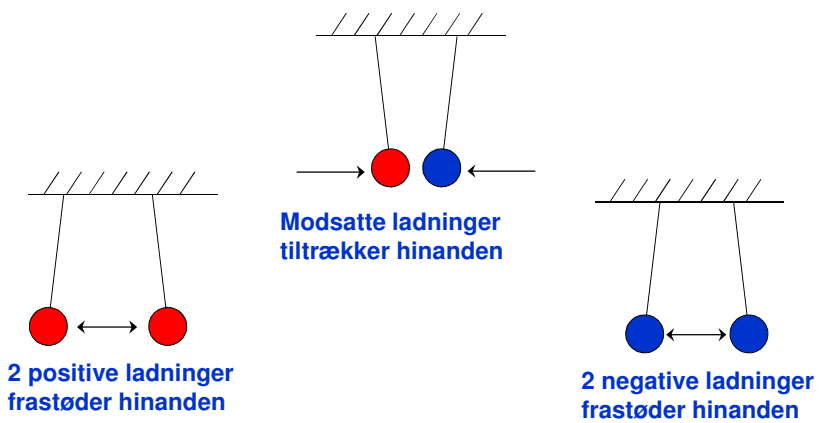
### Forekomst af statisk elektricitet

Statiske ladninger kan overføres fra materiale til materiale

- mellem ledere og ledere
- mellem isolatorer og isolatorer
- mellem isolator og leder.



### Statisk elektriske virkninger



### **Statisk elektriske virkninger**

**Bliver en tilfældig opladet leder forbundet til jord - bliver der en strømpuls.**

**Passerer pulsen gennem et halvleder materiale kan det medføre ødelæggelse.**

**Udladninger af den slags kræver ledende forbindelse til jord og vil normalt kun komme fra en opladet leder.**

### **Statisk elektriske virkninger**

**En anden slags udladning kan ske, hvis feltstyrken overskrider den kritiske værdi i isolationsmaterialet.**

**Udladningen kan risikere at ødelægge isolationsevne mere eller mindre.**

**Udladningen betragtes som et gennemslag i materialet.**

## **Statisk elektriske virkninger**

**Udladning kan deles op i følgende:**

- **Gnist udladning**
- **Korona udladning**
- **Busk udladning**

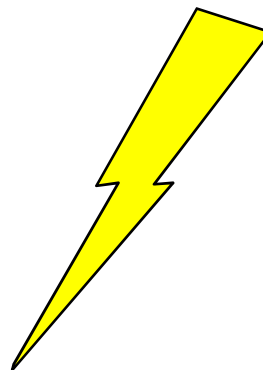
## **Statisk elektriske virkninger**

### **Gnist udladning**

Udladningen sker meget hurtig og koncentreret

I princippet et lyn mellem de 2 ledere

Gnisten er betydelig "tændfarligt"

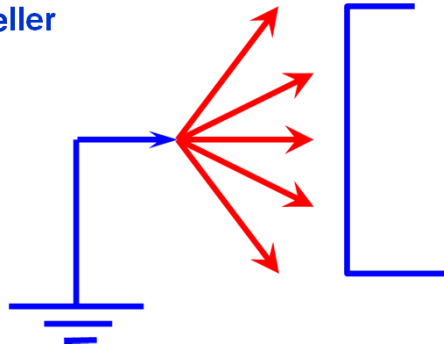


## Statisk elektriske virkninger

### Korona udladning

Koronaudladning sker fra eller til en spids på en leder.

Koronaudladningen er normalt temmelig lille og betragtes som ufarlig i forbindelse med eksplosioner eller brande



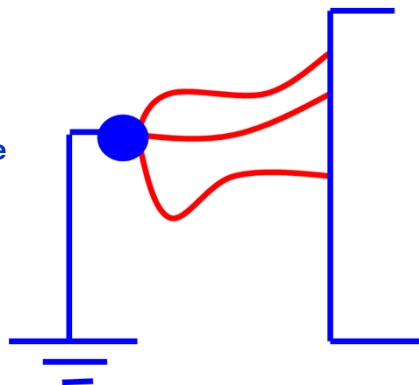
## Statisk elektriske virkninger

### Buskudladning

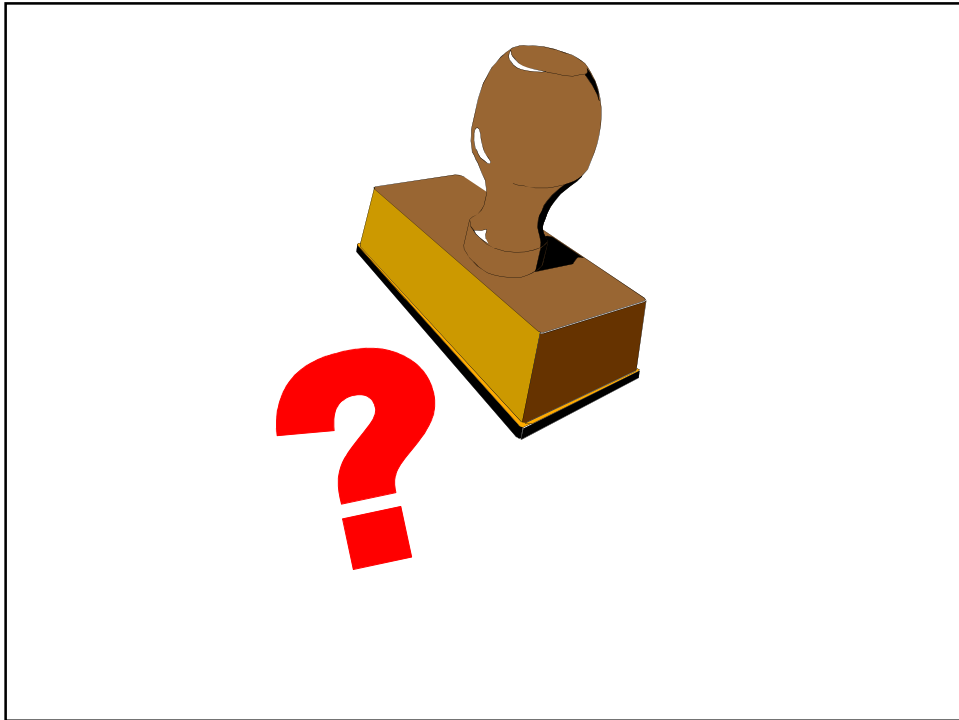
Mere koncentreret end koronaudladning.

Sker fra en krumning på et ledende materiale og er uregelmæssig i sit forløb

Kan antænde nogle luftdampe da energitætheden er større end koronaudladningen.







**Ødelæggelse forårsaget af ESD**

**Skades typer.....**

**Total ødelæggelse – akutte  
skader**

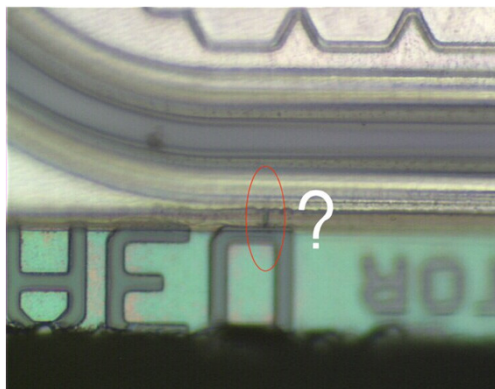
**Degeneration – latente skader**

## Ødelæggelse forårsaget af ESD

### Risiko for skader ved ukorrekt håndtering



## Ødelæggelse forårsaget af ESD



Udladningen har givet elektrisk gennemslag.

Der er dannet kulstof af ukendt størrelse.

Latent skade????

Dannelse af kulstof genereres videre når produktet er i drift – fænomenet kaldes migration – og bliver til en kortslutning til sidst.

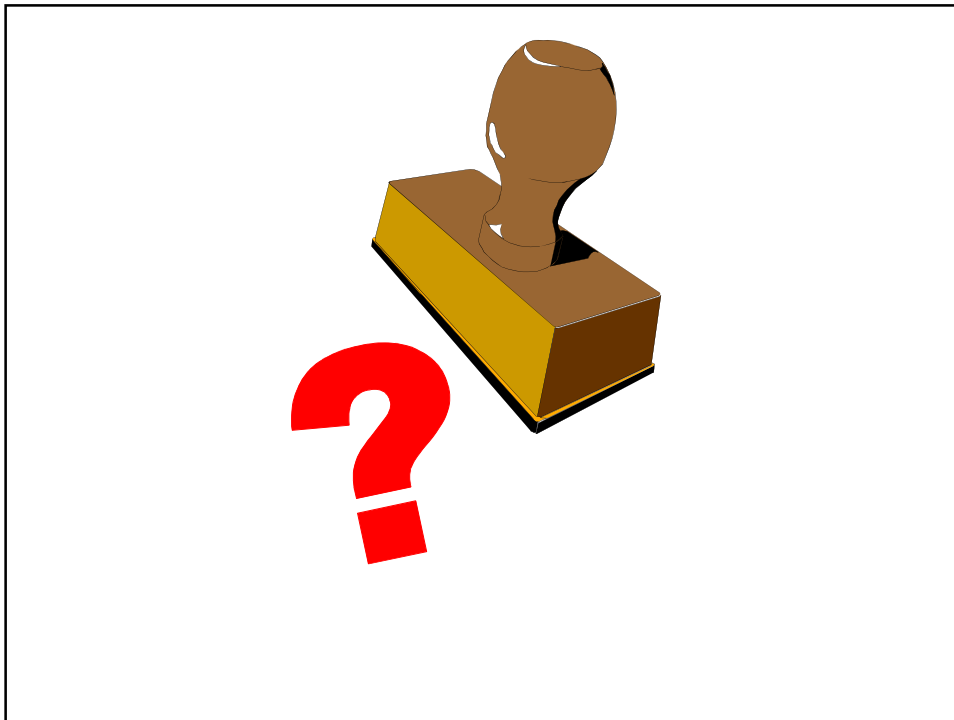
### **Ødelæggelse forårsaget af ESD**

**Komponenter bliver inddelt i klasser:**

<b>Klasse</b>	<b>Følsomhed</b>
<b>0</b>	<b>0 – 170 Volt</b>
<b>1</b>	<b>170 – 1.000 Volt</b>
<b>2</b>	<b>1.000 – 4.000 Volt</b>
<b>3</b>	<b>4.000 – 15.000 Volt</b>

### **Ødelæggelse forårsaget af ESD**

<b>Komponentnavn</b>	<b>Følsomhed</b>
<b>MOSFET</b>	<b>10 – 100 Volt</b>
<b>Effekt MOSFET</b>	<b>100 – 300 Volt</b>
<b>HC MOS</b>	<b>1.500 – 3.000 Volt</b>
<b>CMOS B-serie</b>	<b>2.000 – 5.000 Volt</b>
<b>Linier MOS</b>	<b>800 – 4.000 Volt</b>
<b>Små bipolar komponenter</b>	<b>2.000 – 8.000 Volt</b>
<b>Effekt bipolar komponenter</b>	<b>7.000 – 25.000 Volt</b>
<b>Filmmodstande</b>	<b>1.000 – 5.000 Volt</b>



### **Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet**

#### **Beskyttelse:**

**Undgå at statiske ladninger kan  
opstå (*i princippet umuligt*)**

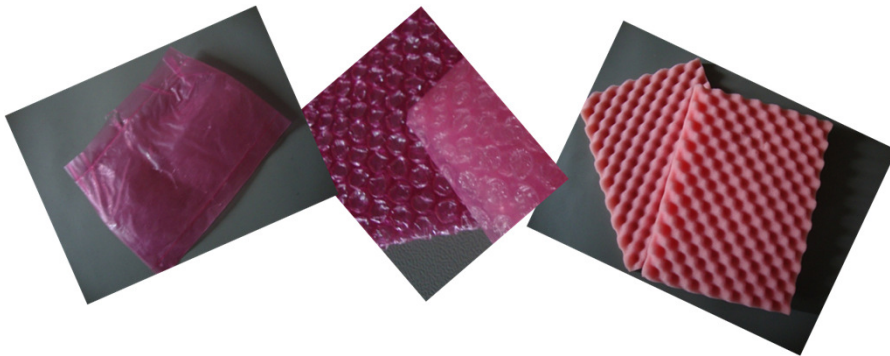
**Fjerne statiske ladninger straks de  
opstår**

**Beskytte mod udefra kommende ESD  
i korrekte emballager.**

## Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet

For eksempel anvende materialer er født antistatisk – beskytter ikke for eksterne udladninger

Anvendes til poser, skum, bobleplast.....



## Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet

Shieldingposer af boblefolie er med til at løse 2 problemer:

- Total beskyttelse mod ESD
- Fysisk beskyttelse af bestykkede print

Shieldingpose med eller uden lynlås.

Poserne yder beskyttelse mod såvel ladninger indefra såvel som eksterne påvirkninger.



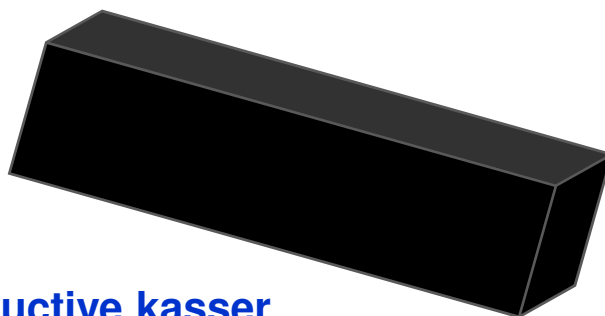
## Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet



Forsendeskasser udført i sort bølgepap, hvortil vi ligeledes kan levere lyserødt antistatisk "æggebakke" skum, som passer til.

Kasserne leveres med sort conductivt skum, hvorfor kassen blot skal foldes om emnet inden forsendelse.

## Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet



Conductive kasser med og uden låg

## **Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet**

### **Fjernelse af statisk elektricitet – ESD**

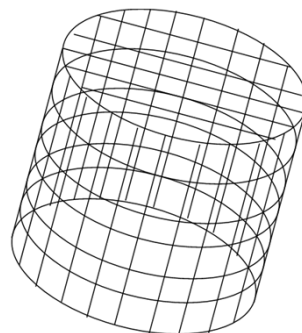
**Ladninger kan via ESD - JORD fra ledende materialer fjernes med en modstand op til 100MΩ som i statisk hensende er ledende.**

## **Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet**

**Shielding (skærmende) emballage virker i princippet som en faraday bur.**

**Eksterne ladninger kan ikke trænge ind til komponenterne i emballagen**

**Er emballagen conductiv må man være opmærksom på at printkortet ikke indeholder back up batteri**



## **Metoder til bekæmpelse af statisk elektricitet**

Hvordan bør ESD beskyttelse udformes:

- Ved at tilrettelægge håndteringen og produktionen.
- Ved at tænke alle led i virksomheden ind.
- Ved at anvende de rigtige materialer i de forskellige led.
- Ved at udvise en hensigtsmæssig adfærd.





## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

<b>Insulative</b>	<b>Isolator</b>	<b><math>&gt;10^{12} \Omega \square</math></b>
<b>Dissipative</b>	<b>Antistatiske område</b>	<b><math>10^5 - 10^{12} \Omega \square</math></b>
		<b>Afledende</b>
<b>Shielding</b>	<b>Skærmende</b>	<b><math>&lt;10^4 \Omega \square</math></b>
	<b>Faraday bur</b>	
<b>Conductive</b>	<b>Ledende</b>	<b><math>&lt;10^6 \Omega \square</math></b>

DS/E10015-1

## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

I ESD sammenhæng conductive "elektriske ledere"

**Metaller**

**Kulstof**

**Vandige opløsninger**

**De fleste syrer, baser og salte**

**Modstand  $<1M\Omega$**

### **Metoder til fjernelse af statisk elektricitet**

Dissipative materialer – tidligere antistatiske materialer ( $10^4 - 10^{12} \Omega \square$ )

For isolerende til at aflede andre materialer

Dog tilstrækkelig til at kunne aflede sig selv

Modstandsværdien er faktisk ukorrekt, egentlig skulle det have været den specifik modstand – eller i dag resistivitet

### **Metoder til fjernelse af statisk elektricitet**

Isolatorer  $> 10^{12} \Omega \square$

Ladning på en isolator kan ikke fjernes, men neutraliseres

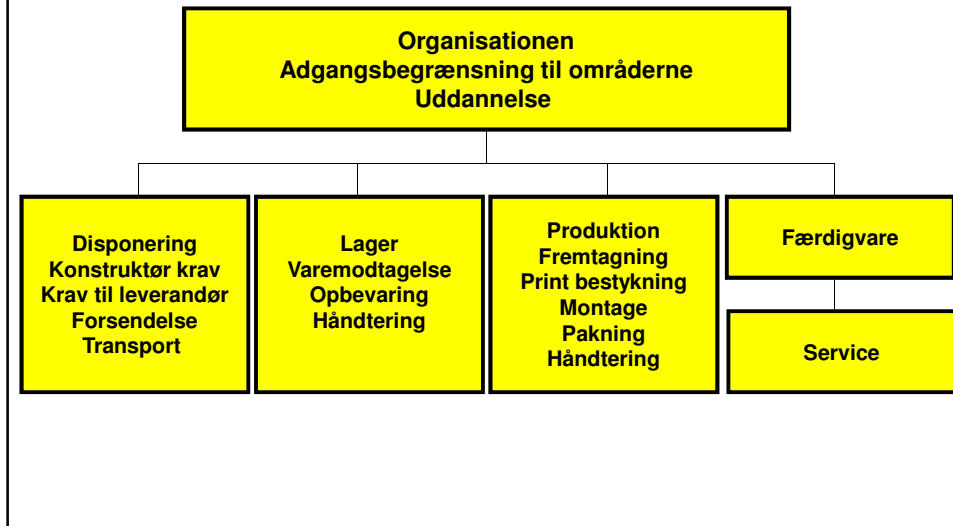
Typisk med en ionisator



Antistatiske spray kan undertiden også bruges til at gøre overfladen ledende

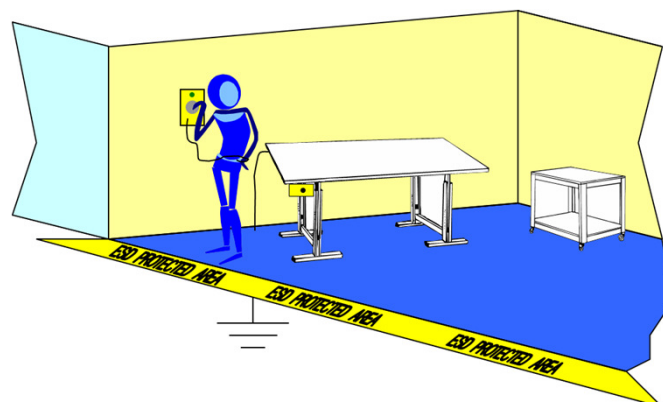
## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

### Omfang af ESD sikring

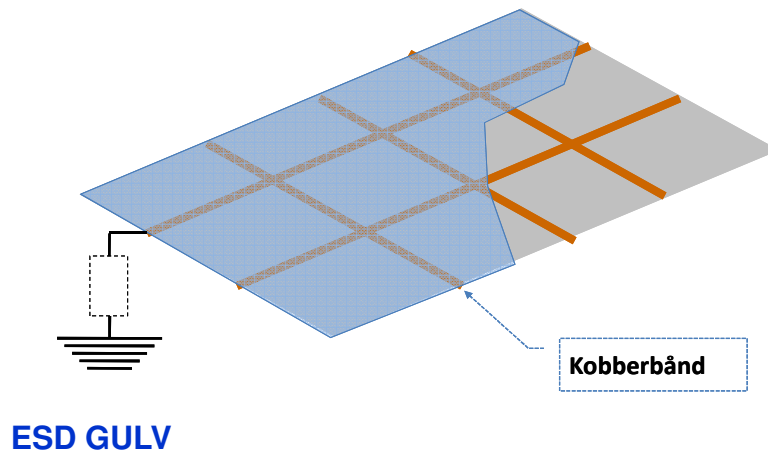


## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

### EPA område



## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet



## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

Adgangskontrol

Håndledsbånd først på, sidst af



Test af håndledsbånd og fodtøj

## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

Test udstyr til lokalisering og erkendelse af statiske ladninger



## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

Testudstyr for måling af overflademodstand og gennemgangsmodstand på ESD overflader og materialer.



$\Omega$  pr  $\square$

Korrekte målesonder

## Metoder til fjernelse af statisk elektricitet

### Mærkning



Indikerer - at enheden er modtagelig for skader fra ESD kilder



Indikerer - at enheden er special Designet - til at give ESD beskyttelse af bestykkede printkort og komponenter, som er ESD følsomme



### **Hvad har vi lært**

ESD er en hurtig afladning skabt af en elektrostatisk kilde.

ESD er en elektrisk energi som kan komme i berøring med eller i nærheden af en følsom komponent.

Komponenternes følsomhed vokser i takt med, at de bliver mindre og mindre.

### **Hvad har vi lært**

#### **ESD opstår ved:**

*Kontakt / gnidning og separation via fast stof*

*Væsker i bevægelse eller fordråbning*

*Urene luftarter i bevægelse*

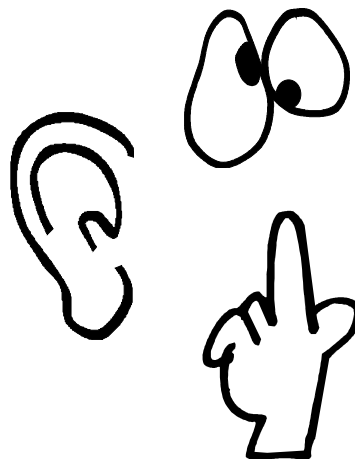
*Elektriske felter overført via induktion*

### Hvad har vi lært

Ses fra ca. >10.000 Volt

Høres fra ca. >5.000 Volt

Føles fra ca. >3.000 Volt



### Hvad har vi lært

#### Luftfugtighedsindflydelse

Temperatur i °C	Relativ luftfugtighed i %								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8
6	1,5	2,2	2,9	3,6	4,4	5,1	5,8	6,5	7,3
12	2,1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4	8,5	9,6	10,7
18	3,1	4,6	6,2	7,7	9,2	10,7	12,3	13,8	15,4
20	3,5	5,2	6,9	8,6	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3



**Hvad har vi lært**

**Udladning kan deles op i følgende:**

- **Gnist udladning**
- **Korona udladning**
- **Busk udladning**

**Hvad har vi lært**

**Hvilke skader kan opstå:**

**Total ødelæggelse – akutte skader**

**Degeneration – latente skader**

**Hvad har vi lært**

**Beskyttelse:**

**Undgå at statiske ladninger kan opstå  
(i princippet umuligt)**

**Fjerne statiske ladninger straks de  
opstår**

**Beskytte mod udefra kommende ESD i  
korrekte emballager.**

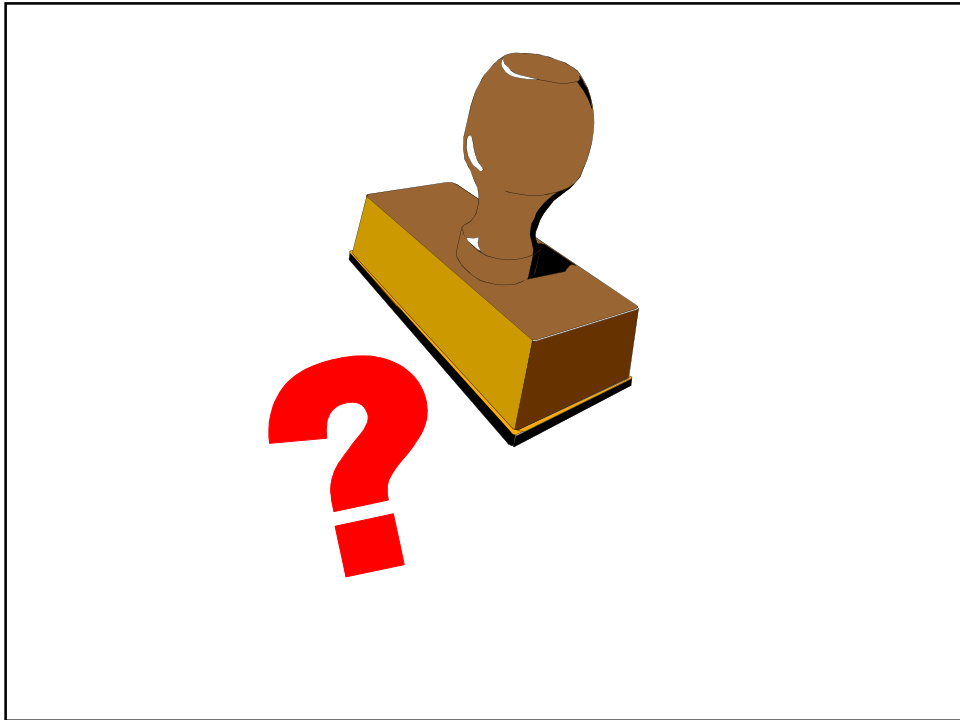
**Hvad har vi lært**

**EPA - område**

**Adgangskontrol**

**Kontrolmåling**

**Dokumentation**



**TAK  
GOD ARBEJDSLYST.....**