

Norsk Data

ELEKTROSTATIKK

**Beskyttelse av utstyr følsomt for
statisk elektrisitet**

ND-13.019.01 NO

ELEKTROSTATIKK

Beskyttelse av utstyr følsomt for statisk elektrisitet

ND-13.019.01 NO

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

Seksjon	Side
1	DEFINISJONER 1
1.1	Antistatisk materiale 1
1.2	Elektrostatisk beskyttelsesmateriale 1
1.3	Elektrostatisk felt 1
1.4	Elektrostatisk fordelende materiale 1
1.5	Elektrostatisk følsomt utstyr 1
1.6	Elektrostatisk utladning 1
1.7	Halvledende materiale 2
1.8	Isolerende materiale 2
1.9	Ionevifte 2
1.10	Jord 2
1.11	Ledende materiale 2
1.12	Overflate-resistivitet 2
1.13	Operator 2
1.14	Statisk elektrisitet 2
1.15	Volum-resistivitet 2
2	UTSTYRSLISTE 3
2.1	Antistatisk belegg 3
2.2	Antistatisk forpakkingsmateriale 3
2.3	Antistatisk væske 3
2.4	Elektrostatisk fordelende belegg 3
2.5	Elektrostatisk spenningsmåler 3
2.6	Håndleddsbånd 3
2.7	Isolasjonstester 3
2.8	Ledende belegg 3
2.9	Ledende skum 4
2.10	Motstand 4
2.11	Måleelektrode 4
2.12	OHM-meter 4
2.13	Tilledning 4
2.14	Varselskilt 4
2.15	Varsel-klebemerke 4
3	STATISK ELEKTRISITET 5
3.1	Begrepet statisk elektrisitet 5
3.2	Generering av statisk elektrisitet 5
3.2.1	Induktiv-generering 5
3.2.2	Kapazitiv generering 7
3.2.3	Triboelektrisk generering 7
3.3	Skader som følge av statisk elektrisitet 7

Seksjon	Side
4 ELEKTROSTATISK SIKKER BEHANDLING	8
4.1 Generelt	8
4.1.1 Elektrostatisk sikkert område	8
4.2 Elektrostatisk sikker foredling	8
4.2.1 Elektrostatisk sikker arbeidsplass - 1) med strømførende utstyr	9
4.2.2 Elektrostatisk sikker arbeidsplass - 2) uten strømførende utstyr	9
4.3 Elektrostatisk sikker pakking	9
4.4 Elektrostatisk sikker lagring	10
4.4.1 Elektrostatisk sikker lagerplass	10
4.5 Elektrostatisk sikker kontroll	10
5 ELEKTROSTATISK SIKKER TRANSPORT	11
6 UTSTYR FOR BESKYTTELSE MOT STATISK ELEKTRISITET	12
6.1 Generelt	12
6.1.1 Skjerming av elektrostatisk følsomt utstyr	12
6.1.2 Beskyttelse mot generering av elektrostatisk ladning	12
6.1.3 Eliminering av statisk ladning	12
6.2 Kontroll og godkjenning	12
6.2.1 Kontroll av belegg	12
6.2.2 Kontroll av håndleddsbånd	14
6.2.3 Kontroll av annet utstyr	14
6.3 Vedlikehold og kontroll av fast installert utstyr	14
7 ANSVARSFORHOLD	15
7.1 Operatør	15
7.2 Avdelingsleder	15
7.3 ND/QA-Dept.	15
8 OPERATØRTRENING/-OPPLÆRING	16
9 TABELLER/FIGURER	17
9.1 Den triboelektriske serie - Tabell 1	17
9.2 Ladningskilder - Tabell 2	18
9.3 Årsaker til statisk generering - Tabell 3	19
9.4 Testkrets - Figur 1	20
9.5 Varselskilt - Figur 2	21
9.6 Varsel-klebemerke - Figur 3	22

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
10 BESKYTTELSES-UTSTYR I BRUK HOS NORSK DATA A.S	23
11 SAMMENDRAG AV KRAV TIL BESKYTTELSES-UTSTYR	24
11.1 Bordplatebelegg	24
11.2 Gulvbelegg	24
11.3 Håndleddsband	24
12 REFERANSELISTE	25
Stikkord	26

FORORD:

FORMÅL

Formålet med disse retningslinjene er å beskrive og sette krav til arbeidet med beskyttelse mot statisk elektrisitet. Ved å begrense omfanget av skader som skyldes statisk elektrisitet, vil kvaliteten på Norsk Datas produkter høynes og produksjonskostnadene reduseres.

GYLDIGHETSOMRÅDE

Disse retningslinjene gjelder for all behandling av elektrostatisk følsomt utstyr i områder disponert av Norsk Data. Retningslinjene gjelder også for transport av slikt utstyr.

1 DEFINISJONER

1.1 Antistatisk materiale

Materiale som ikke lar seg generere triboelektrisk, og som har en overflate-resistivitet i området fra $10E9$ ohm/kvadrat til $10E14$ ohm/kvadrat.

1.2 Elektrostatisk beskyttelsesmateriale

Materiale som har en eller flere av de følgende egenskaper:

- a) Bare i liten grad lar seg generere triboelektrisk.
- b) Fordeler raskt en elektrisk ladning utover overflaten.
- c) Beskytter mot elektrostatisk utladning eller elektrostatisk felt.

1.3 Elektrostatisk felt

Konstant elektrisk felt mellom to legemer med forskjellig elektrostatisk ladning.

1.4 Elektrostatisk fordelende materiale

Materiale med en overflate-resistivitet i området fra $10E5$ ohm/kvadrat til $10E12$ ohm/kvadrat.

1.5 Elektrostatisk følsomt utstyr

Elektrisk eller elektronisk utstyr, sammensetninger eller komponenter som er følsomme for elektrostatiske spenningsnivåer mindre enn 4 000 volt, når de blir prøvet i en krets som vist i figur 1.

1.6 Elektrostatisk utladning

En forflytning av ladning mellom legemer med forskjellig elektrostatisk potensiale.

1.7 Halvledende materiale

Materiale med en overflate-resistivitet i området $10E5$ til $10E9$ og en volum-resistivitet mellom $10E3$ og $10E9$.

1.8 Isolerende materiale

Materiale med en overflate-resistivitet større enn $10E14$ ohm/kvadrat, eller en volum-resistivitet større enn $10E12$ ohm/cm.

1.9 Ionevifte

Et viftesystem som genererer og sprer positive og/eller negative ioner.

1.10 Jord

Masse som er istand til å levere eller oppta en stor elektrisk ladning.

1.11 Ledende materiale

Materiale med en overflate-resistivitet mindre enn $10E5$ ohm/kvadrat, eller en volum-resistivitet mindre enn $10E3$ /ohm/cm.

1.12 Overflate-resistivitet

Et materiales overflate-resistivitet er i størrelse lik overflate-resistansen mellom motstående sidekanter i et kvadratisk legeme av materialet. Overflate-resistansen er ikke avhengig av kvadratets størrelse.

1.13 Operatør

Person som i sitt daglige arbeide kommer i kontakt med elektrostatisk følsomt utstyr.

1.14 Statisk elektrisitet

Elektrisk ladning i ro.

1.15 Volum-resistivitet

Et materiales volum-resistivitet er i størrelse lik volum-resistansen til et legeme av materialet, med form som en kube hvor hver sidekant er 1 cm lang.

2 UTSTYRSLISTE

2.1 Antistatisk belegg

Belegg av antistatisk materiale til bruk på arbeidsbord, gulv og som materiale i forpakning, etc.

2.2 Antistatisk forpakkingsmateriale

Emballasje av antistatisk materiale som antistatisk bobleplast, antistatisk ekspandert polystyrene (isopor), antistatiske bokser og antistatiske staver, etc.

2.3 Antistatisk væske

Væske som påsprøytet en flate gir et antistatisk belegg.

2.4 Elektrostatisk fordelende belegg

Belegg av elektrostatisk fordelende materiale til bruk på arbeidsbord, gulv og som materiale i forpakning, etc.

2.5 Elektrostatisk spenningsmåler

Instrument for måling av elektrostatiske spenningsnivåer med et måleområde fra 50 volt til 30 000 volt.

2.6 Håndleddsband

Bånd av ledende materiale med tilledning til jord, til bruk rundt operatørs håndledd.

2.7 Isolasjonstester

Instrument for måling av elektrisk motstand i området 10E3ohm til 10E10ohm, med en driftsspenning på 500 volt og en målenøyaktighet på +/- 3 %.

2.8 Ledende belegg

Belegg av ledende materiale til bruk på arbeidsbord, gulv og som materiale i forpakninger.

2.9 Ledende skum

Porøst ledende materiale til bruk for festing av enkeltkomponenter.

2.10 Motstand

Elektrisk motstand med spesifikasjonene: 10E6 ohm, 1/4 watt, minimum nøyaktighet 0,5 %.

2.11 Måleelektrode

Sylinderformet lodd av hel messing med dimensjonene: diameter = 6 cm, masse = 2000 g.

2.12 OHM-meter

Instrument for måling av elektrisk motstand, minimum nøyaktighet +/- 2 %.

2.13 Tilledning

Isolert elektrisk leder (kobber eller aluminium) med ledende tverrsnitt lik 0,75 mm² eller større.

2.14 Varselskilt

Skilt som markerer inngang til elektrostatisk beskyttelsesområde. Skiltet har en utforming som vist i fig. 2.

2.15 Varsel-klebemerke

Klebemerke som varsler forekomst av elektrostatisk følsomt utstyr. Klebmerket har en utforming som vist i fig. 3.

3 STATISK ELEKTRISITET

3.1 Begrepet statisk elektrisitet

Statisk elektrisitet er elektrisk ladning i ro. Den elektriske ladningen skyldes forskyvning av elektroner innen et legeme (polarisering), eller forskyvning fra et legeme til et annet (konduktiv oppladning). Forskyvningen inntreffer som følge av den relative bevegelsen mellom ladede legemer eller mellom ladede og uladede legemer. Ladningsmengden er i første rekke avhengig av størrelse, form, sammensetning og elektriske egenskaper hos materialene som danner legemet.

Noen materialer gir lett fra seg elektroner, mens andre materialer lettere tar dem opp. Et legeme som har overskudd på elektroner har negativ ladning, mens et legeme med underskudd på elektroner er positivt ladet. Når to legemer blir gnidd mot hverandre og så separert (eller strømmes relativt i forhold til hverandre, som f.eks. gasser eller væsker over faste stoffer), blir det ene legemet tilført elektroner mens det andre avgir elektroner.

Disse elektronladningene er like og i de tilfeller hvor materialet er ikke-ledende, forblir de i området hvor de ble generert. Derimot blir ladninger i ledende materialer raskt fordelt over materialets overflate.

3.2 Generering av statisk elektrisitet

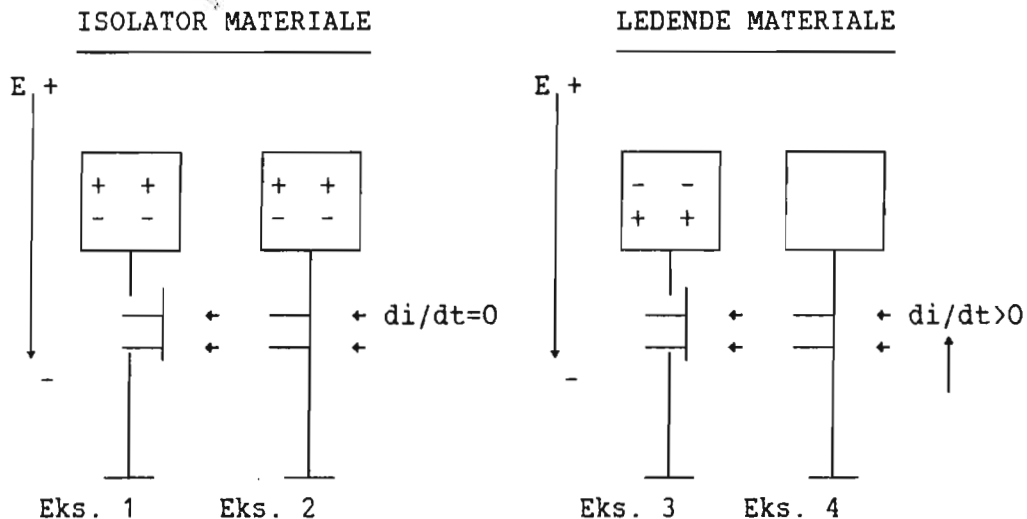
3.2.1 Induktiv-generering

Et elektrostatisk felt eksisterer mellom et ladet legeme og et annet legeme med forskjellig elektrostatisk potensiale. Ledende og isolerende legemer som føres inn i det elektrostatiske feltet vil bli induktivt polarisert (såfremt de ikke kommer i kontakt med det oppladede legemet). I et ledende legeme vil de elektroner som er nærmest den mest negative del av feltet bli frastøtt. De etterlater seg den delen av legemet med relativ positiv ladning, mens de blir tiltrukket den del av legemet nærmest den positive del av feltet. Legemet blir her negativt ladet. Legemets netto ladning vil forbli null.

Hvis et ledende legeme deretter umiddelbart jordes, vil elektronene strøme til eller fra den polariserte overflaten nær jord. Legemet selv blir ladet ved akkumulering av overskudd eller underskudd på elektroner. I et ikke-ledende legeme er elektronene lite mobile. Et slikt polarisert legeme (dipol) har en tendens til å rette seg etter det elektrostatiske feltet og skaper - tilsynelatende - ladninger i overflaten.

EKSEMPLER:

E=Elektrostatisk felt



I eksemplene 1 og 2 vil det, på grunn av det elektrostatiske feltet, danne seg en forskyvning innen molekylerne. Dette kaller vi en polarisering eller dipol. I eksempel 2, med bryteren lukket, vil det ikke flyte noen strøm fordi en isolator ikke har frie elektroner. En isolator vil utlades ved bruk av antistatiske midler, ionevifte eller gnistoverslag ved meget høye spenninger. I eksemplene 3 og 4 vil det elektrostatiske feltet føre til en forskyvning av elektronene (strømstøt).

Lukking av bryteren (eks. 4) gir opphav til et raskt strømstøt. Dette bør mane til forsiktighet ved bruk av isolerende materialer i nærheten av elektronikk.

Det kan her være passende å fortelle om et merkverdig problem som en amerikansk produsent hadde for en tid siden:

Denne fabrikken produserte kortmoduler basert på CMOS-kretser. Problemet var at kortmoduler som virket om kvelden, feilet den påfølgende morgen. Årsaken viste seg å være en avfallspose av plast, fylt med mye elektrostatisk ladet materiale, som rengjøringspersonalet i stor fart trakk forbi hyllene hvor kortmodulene var lagret. Dette kaller vi induert ladning.

3.2.2 Kapasitiv generering

Kapasitansen til et ladet legeme relativ til et annet legeme eller til jord, har en innvirkning på det elektrostatiske feltet. Når kapasitansen blir redusert for en gitt ladning (Q), vil det bli en invers lineær økning i spenningen basert på forholdet $Q=C \cdot V$, hvor C er kapasitansen og V er spenningen. Når kapasitansen kontinuerlig reduseres, vil spenningen øke inntil utladningen kommer via en gnistbue. Når eksempelvis en polyethylene pose blir gnidd, vil ladningspotensialet ligge rundt noen få hundre volt mens posen ligger på en benk. Når en person tar denne opp, kan spenningspotensialet heves til flere tusen volt. Dette skjer fordi ladningen (Q) er konstant.

3.2.3 Triboelektrisk generering

Generering av statisk elektrisitet dannet ved gnidning av to materialer, blir kalt triboelektrisk generering. I den triboelektriske serie (se tabell 1), er materialene ordnet i rekkefølge etter evnen til å oppta eller avgi elektroner. Materialer først nevnt i serien har flest frie elektroner, og dermed størst mulighet til å avgi disse. Materialene nevnt sist i serien har færrest frie elektroner og dermed størst evne til å oppta disse.

Materialenes triboelektriske egenskaper forandres av faktorer som renhet, trykk mot materiale, gnidningshastighet og separasjon, samt fuktighet og materialets gnidningsareale. I tillegg til gnidning av to forskjellige materialer, kan det også oppnås høy spenning ved å gni/separere to flater av samme materiale - særlig plast.

3.3 Skader som følge av statisk elektrisitet

Elektrostatisk følsomt utstyr kan skades når det utsettes for en elektrostatisk utladning, eller når det blir påvirket av et elektrostatisk felt. Elektrostatiske utladninger kan forårsake såvel tilbakevendende feil ("vakkell"), som harde feil.

Forstyrrelser kan bli dannet av en elektrostatisk utladning i nærheten av utstyret. En elektromagnetisk puls generert av gnisten, skaper støy som forstyrrer de omliggende kretsens forståelse av de aktuelle elektriske signaler. Nærmere studier av en slik feil i et elektronmikroskop viser overslag mellom banene i kretsen, punkteringer gjennom de forskjellige dielektrika, eller smelting av halvledermetall med kondensering av dette i portovergangen (såkalt "Pregnate gate"). Alt avhengig av elektrisk og temperaturmessig belastning vil en slik port feiltolke signaler når det minst ventes, og feilkomponenten i systemet vil bli meget vanskelig å finne.

4 ELEKTROSTATISK SIKKER BEHANDLING

4.1 Generelt

Med behandling menes her alle operasjoner som kan beskrives som foredling, pakking, lagring og kontroll. Alt elektrostatisk følsomt utstyr skal behandles innenfor elektrostatisk sikre områder.

4.1.1 Elektrostatisk sikkert område

Følgende retningslinjer gjelder for elektrostatisk sikkert område:

- a) Området skal være fysisk avgrenset fra de øvrige områder i lokalet.
- b) Alle adkomstmuligheter til området skal være merket med varselsskilt.
- c) Adgangen til området skal være begrenset til å gjelde personer med kunnskaper i elektrostatikk.
- d) Besøkende i området skal være i følge med personer med kunnskaper i elektrostatikk.
- e) Den relative luftfuktigheten i området skal holdes stabil og fortrinnsvis ikke lavere enn 40 %.
- f) Området skal ha gulvbelegg av ledende eller elektrostatisk fordelende materiale, avhengig av hvilken form for håndtering av elektronisk utstyr som foregår.
- g) Det skal i minst mulig utstrekning forekomme legemer av isolerende materiale innenfor området. Der dette ikke lar seg eliminere, skal nevnte legemer behandles med en antistatisk væske; eventuelt kan en ionevifte brukes.

4.2 Elektrostatisk sikker foredling

Med foredling menes enhver manuell eller maskinell håndtering av elektrostatisk følsomt utstyr. Foredling omfatter også enhver hensetting av elektrostatisk følsomt utstyr som strekker seg over kortere tid enn en arbeidsdags varighet. All foredling av elektrostatisk følsomt utstyr skal foregå på en elektrostatisk sikker arbeidsplass. Operatør skal under foredling alltid benytte ledende håndleddsband med tilledning til jord via en motstand ($1 \cdot 10^6$ ohm).

4.2.1 Elektrostatisk sikker arbeidsplass - 1) med strømførende utstyr

Denne arbeidsplassen har strømførende utstyr og verktøy. Arbeidsplassen består av:

- a) Bordplatebelegg (når arbeidsbord brukes) av elektrostatisk fordelende materiale. Bordplatebelegget skal ha en tilledning til jord via en motstand ($1 \cdot 10^6$ ohm).
- b) Gulvmatte av elektrostatisk fordelende materiale (når gulvet er av annet materiale). Gulvmatten skal ha en tilledning til jord via en motstand ($1 \cdot 10^6$ ohm).
- c) Strømførende verktøy skal være isolert fra bordplate- og gulvbelegget, samt være forsynt med tilledning til jord.

4.2.2 Elektrostatisk sikker arbeidsplass - 2) uten strømførende utstyr

Denne arbeidsplassen har ikke strømførende utstyr og verktøy. Arbeidsplassen består av:

- a) Bordplatebelegg (når arbeidsbord brukes) av ledende eller elektrostatisk fordelende materiale. Bordplatebelegget skal ha en tilledning til jord via en motstand ($1 \cdot 10^6$ ohm).
- b) Gulvmatte av ledende eller elektrostatisk fordelende materiale (når gulvet er av annet materiale). Gulvmatten skal ha en tilledning til jord via en motstand ($1 \cdot 10^6$ ohm).

4.3 Elektrostatisk sikker pakking

Med pakking menes her enhver tildekking av elektrostatisk utstyr, med formål å hindre skade som følge av statisk elektrisitet. Alt elektrostatisk følsomt utstyr skal pakkes i en elektrostatisk sikker forpakning. Pakkingen skal foregå på en elektrostatisk sikker arbeidsplass (beskrevet i seksjonene 4.2.1 og 4.2.2) og følger disse retningslinjer:

- a) Sammensatt elektrostatisk følsomt utstyr som har en ytre innkapsling av ledende materiale, pakkes i antistatisk materiale, f.eks. antistatisk bobleplast, antistatisk plast, antistatisk ekspandert polystyrene (isopor), etc.
- b) Sammensatt elektrostatisk følsomt utstyr som ikke har en ytre innkapsling av ledende materiale, f.eks. ferdig monterte printkort, pakkes i ledende materiale (ledende posser, etc.)
- c) Elektrostatisk følsomme komponenter i større eller mindre kvanta, f.eks. halvlederkomponenter, pakkes i både antistatisk materiale og ledende materiale eller i bare ledende materiale (f.eks. antistatiske/ledende staver eller

komponentbokser.) Alle komponentstaver skal være forsynt med et stykke ledende skum i en eller begge ender for å hindre at komponentene sklir i staven. Komponentbokser skal innholde ledende skum for feste av komponentene. Det ledende skummet i boksen må festes slik at det ikke kommer i bevegelse.

4.4 Elektrostatisk sikker lagring

Med lagring menes her enhver hensetting av elektrostatisk følsomt utstyr som strekker seg over lengre tid enn en arbeidsdags varighet, forutsatt at utstyret ikke gjennomgår noen form for foredling, pakking, transport eller kontroll. Alt elektrostatisk følsomt utstyr skal være lagret på en elektrostatisk sikker lagerplass (se neste seksjon) og under lagring være pakket som beskrevet i seksjon 4.3

4.4.1 Elektrostatisk sikker lagerplass

Lagerplassen består av: Lagerreol av ledende materiale.

4.5 Elektrostatisk sikker kontroll

Med kontroll menes enhver inspeksjon eller test av elektrostatisk følsomt utstyr. Kontroll av elektrostatisk følsomt utstyr skal foregå på en elektrostatisk sikker arbeidsplass, som beskrevet i seksjonene 4.2.1 og 4.2.2.

5 ELEKTROSTATISK SIKKER TRANSPORT

Med transport menes enhver befordring av utstyr til/fra og internt i elektrostatisk sikkert område. Alt elektrostatisk følsomt utstyr skal under transport være pakket som beskrevet i seksjon 4.3.

6 UTSTYR FOR BESKYTTELSE MOT STATISK ELEKTRISITET

6.1 Generelt

Til beskyttelse mot statisk elektrisitet benyttes utstyr som henholdsvis skjermer det elektrostatiske følsomme utstyret, hindrer generering av elektrostatiske ladning, eller eliminerer allerede genererte elektrostatiske ladninger.

6.1.1 Skjerming av elektrostatiske følsomt utstyr

Elektrostatiske følsomt utstyr skjerms mot elektrostatiske felt ved innkapsling i ledende materiale.

6.1.2 Beskyttelse mot generering av elektrostatiske ladning

For å hindre generering av elektrostatiske ladning benyttes kun ledende, elektrostatiske fordelende eller antistatiske materiale i kontakt med elektrostatiske følsomt utstyr.

6.1.3 Eliminering av statisk ladning

For å eliminere statisk ladning bortledes den elektrostatiske ladning gjennom ledende eller elektrostatiske fordelende materiale.

6.2 Kontroll og godkjenning

Alt utstyr til beskyttelse mot statisk elektrisitet skal kontrolleres og godkjennes av QA-dept. før det blir tatt i bruk.

6.2.1 Kontroll av belegg

Formålet med kontrollen er å klargjøre beleggets overflate-resistivitet, volum-resistivitet, tribolelektriske genererbarhet og halvspenningstid. Kontrollen utføres i samsvar med NEFPA 56 Ainjer:

- a) Måleobjektet skal ha en kvadratisk form. Kvadratets sidekanter skal ha en lengde i området fra 250 mm til 500 mm. Måleobjektet skal ha den sammensetning som det har ved sin naturlige funksjon. Dersom det - på grunn av måleobjektets fysiske egenskaper - er nødvendig med en støtteplate, skal det leveres to prøver. Den ene skal være montert på og i elektrisk kontakt med en underlagsplate av ledende materiale, den andre skal være montert på en underlagsplate av isolerende materiale.

Ved testing skal den relative luftfuktigheten i rommet være lik den lavest målte relative luftfuktigheten i de lokaler belegget eventuelt skal brukes. Den relative luftfuktigheten i testlokalet må under ingen omstendigheter være høyere enn den i brukslokalet. Temperaturen ved testing skal være lik middeltemperaturen i bruksrommet.

- b) Ved måling av overflate-restivitet plasseres måleobjektet på en isolerende underlagsplate. To måleelektroder plasseres midt på hver sin sides motstående sidekant av måleobjektet, slik at hele måleelektrodens anleggsflate er innefor måleobjektets omkrets. Hver av måleelektrodenes tilknyttes en isolasjonsmåler og påtrykkes en driftsspenning på 500 volt. Driftsspenningen skal være påtrykt i 60 sek. før overflate-resistansen avleses. Målingen gjentas mellom de to andre motstående sidekanter.

For å sikre god kontakt mellom måleobjekt og måleelektroder, legges det et ark av porøst papir (fuktet i rent vann) med diameter 6 cm, under hver måleprobe. Dersom måleresultatet avviker for de to målingene, settes måleobjektets overflate-resistans lik den høyest målte. Beleggmaterialets overflate-resistivitet er i størrelse lik den målte overflate-resistans for måleobjektet.

- c) Ved måling av volum-resistivitet plasseres måleobjektet på en ledende underlagsplate. En måleelektrode plasseres midt på måleobjektet. Måleelektroden og underlagsplaten tilknyttes en driftsspenning på 500 volt. Driftsspenningen skal være påtrykt i 60 sek. før volum-resistansen avleses. Målingen gjentas fire ganger med måleelektroden plassert forskjellige steder langs måleobjektets diagonallinjer.

For å sikre god kontakt mellom måleelektroden og måleobjektet og mellom måleobjektet og underlagsplaten, brukes et ark av porøst papir (fuktet i rent vann) med en diameter på 6 cm. Papiret plasseres mellom underlagsplaten og måleobjektet i samme posisjon som måleelektroden, og mellom måleobjektet og måleelektroden.

Dersom måleresultatene avviker for de fem målingene, settes måleobjektets volum-resistans lik den høyest målte. Beleggmaterialets overflate-restivitet regnes ut etter formelen $rV = R \cdot A / l$, der R er måleobjektets volum-resistans, A er måleobjektets areal og l er måleobjektets tykkelse.

- d) Ved måling av triboelektrisk genererbarhet, presses et materiale av syntetisk gummi, lær, bomull, plast eller isopor med diameter lik 6 cm, med et trykk på 20 Newton mot måleobjektet. Nevnte legeme gnis så langs en del av måleobjektet 10 ganger i rask rekkefølge. Trykket mot måleobjektet opprettholdes hele tiden.

Umiddelbart etter at gnidningen avsluttes, brukes en elektrostatisk spenningsmåler for å måle den genererte elektrostatiske spenningen på det stedet hvor gnidningen fant sted. Prosedyren gjentas fire steder på måleobjektet. Dersom

måleresultatene avviker for de fem målingene, settes måleobjektets triboelektriske genererbarhet lik den høyest målte genererte spenning.

- e) Måling av halvspenningstid utføres på samme måte som måling av triboelektrisk genererbarhet. I tillegg holdes den elektrostatiske spenningsmåleren over den del av måleobjektet hvor det er generert elektrostatisk spenning. Dette gjøres til spenningen er sunket til det halve av opprinnelig nivå.

Tiden denne spenningsreduksjonen tar, måles ved hjelp av en stoppeklokke. Dersom måleresultatene avviker for de fem målingene, settes måleobjektets halvspenningstid lik den lengst målte.

6.2.2 Kontroll av håndleddsband

Håndleddsbandet kontrolleres sammen med tilledning og motstand. Ved testing skal den relative luftfuktigheten i rommet være lik den lavest målte relative luftfuktigheten i de lokaler der håndleddsbandet eventuelt skal brukes. Den relative luftfuktigheten i testlokalet må under ingen omstendigheter være høyere enn den i brukslokalet. Temperaturen ved testing skal være lik middeltemperaturen i brukslokalene.

Ved testing tres håndleddsbandet nedover en måleelektrode. Tilledning og motstand kobles på og forbindes til en isolasjonsmåler. En driftsspenning på 500 volt påtrykkes over håndleddsband, tilledning og motstand. Tilledningen skal beveges i forskjellige retninger mens resistansen leses av. Det skal ikke forekomme vakkel eller dårlig kontakt ved denne målingen.

For godkjenning skal målt resistanse være i området fra $0,6 \cdot 10^6$ ohm til $1,2 \cdot 10^6$ ohm.

6.2.3 Kontroll av annet utstyr

Alt annet utstyr for beskyttelse mot statisk elektrisitet, testes på den måte som best klargjør de beskyttende egenskaper de er ment å ha.

6.3 Vedlikehold og kontroll av fast installert utstyr

På fast installert utstyr for beskyttelse mot statisk elektrisitet, foretas fortløpende funksjonskontroll, rengjøring, reparasjon og utskiftning. Alle endringer i det fast installerte utstyrets sammensetning, nedtegnes i en spesiell logg. Hver 2. måned foretas inspeksjon av alt fast installert utstyr for beskyttelse mot statisk elektrisitet, samt inspeksjon av logg.

7 ANSVARSFORHOLD

7.1 Operatør

En operatør er ansvarlig for at tildelt antistatisk utstyr brukes etter gjeldende retningslinjer. Operatøren har også ansvar for at utstyret er rengjort og i orden.

7.2 Avdelingsleder

En avdelingsleder/gruppeleder har ansvar for tildeling, anvendelse og inspeksjon av elektrostatisk beskyttende utstyr, samt logging av dette. Avdelingsleder/gruppeleder kan delegere oppgavene i forbindelse med elektrostatisk beskyttelsesarbeide til en person innen hver gruppe. Dette fritar imidlertid ikke avdelingsleders/gruppeleders ansvar.

7.3 ND/QA-Dept.

ND/QA-dept. har ansvar for å kontrollere og oppdatere Norsk Datas arbeid med beskyttelse mot statisk elektrisitet. Dette medfører:

- a) Ansvar for dokumentasjon og oppdatering av beskyttelsesarbeidet mot statisk elektrisitet.
- b) Ansvar for kontroll og godkjenning av beskyttelses-materiale og kontroll av alt annet materiale som kommer i kontakt med elektrostatisk følsomt utstyr.
- c) Ansvar for opplæring av operatør.
- d) QA-dept. skal gi løpende informasjon om alt som angår statisk elektrisitet til alle berørte parter.

8 OPERATØRTRENING/-OPPLÆRING

Treningsprogram for personell som leder eller utfører arbeid i elektrostatisk følsomme områder, følger disse hovedpunktene:

- a) Tildeling av disse retningslinjene for gjennomlesning.
- b) Gjennomgåelse av kurset:
"Beskyttelse mot skade som følge av statisk elektrisitet."
(Under utarbeidelse av ND-QA.)

9 TABELLER/FIGURER

9.1 Den triboelektriske serie - Tabell 1

Triboelektriske genererbare materialer som vanligvis finnes i produksjonsbedrifter, er listet i tabell 1. Ledningsevnen i noen isolerende materialer øker med øket fuktighet og gir en svakt ladningsfordelende effekt over materialets overflate. En annen kilde til statisk generering innen elektronikk-industrien, er kjølespray med forskjellige freonløsninger.

POSITIV (+)	* LUFT * HÅND ASBEST KANINPELS GLASS GLIMMER * MENNESKEHÅR * NYLON * ULL * PELS GRAFITT SILKE ALUMINIUM PAPIR * BOMULL STÅL TRE RAV * BONEVOKS * HARD GUMMI NIKKEL, KOBBER MESSING, SØLV GULL, PLATINA SVOVEL * ACETATE, RAYON * POLYESTER CELLOSE * ORLON * POLYURETHAN * POLYETHYLENE * POLYPROPYLENE * PVC (VINYL) * SILIKONE TEFLON
NEGATIV (-)	

*: hyppig benyttede materialer.

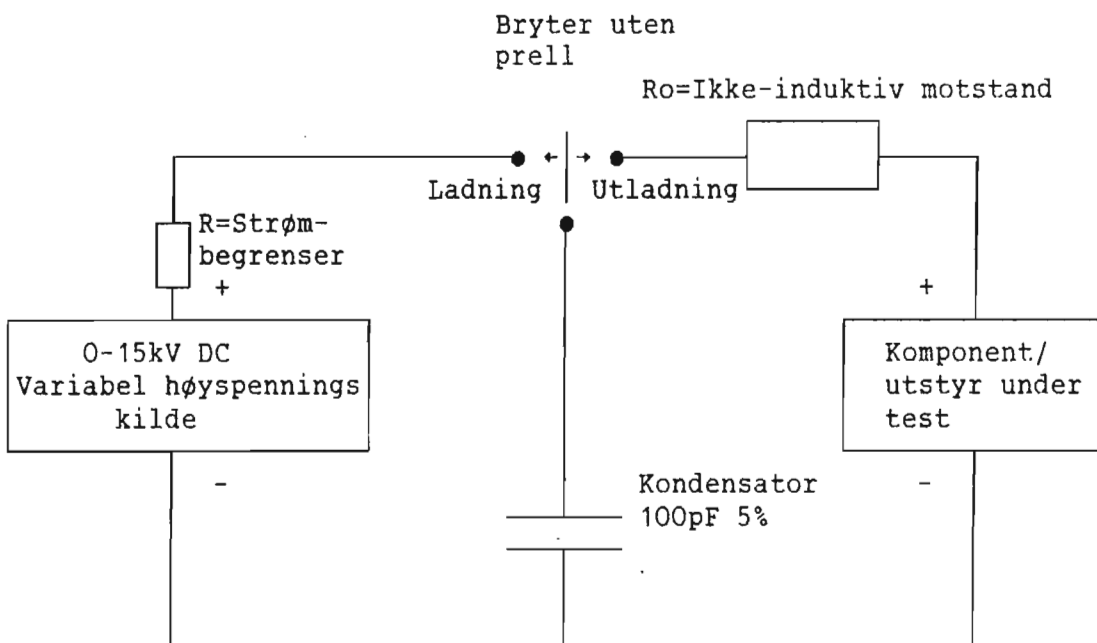
9.2 Ladningskilder - Tabell 2

OBJEKT ELLER PROSESS	MATERIALE ELLER AKTIVITET
Arbeidsflater	Voksedde, malte eller polerte flater Vanlige vinyl- eller plastflater
Gulv	Forseglet betong Vokset, lakket trevirke
Bekledning	Vanlige frakker for rene rom Vanlig syntetisk bekledningsmateriale Ikke-ledende sko Ren bomull
Stoler	Lakkert tremateriale Vinyl Glassfiber
Pakking og behandling	Vanlige plastposer, pakkematerialer konvolutter Vanlig bobleplast, plastskum Brett, bokser og skåler av plast
Sammensetning, rensing, test og reparasjon av områder	Rensespray Vanlige loddetinnsugere - plast Loddebolter uten jording Rensebørster - syntetisk bust Rensing ved bruk av flytende eller lett fordampende væske Temperaturkammere Kjølespray Varmepistoler eller blåsere Sandblåsing Elektrostatisk kopiering

9.3 Årsaker til statisk generering - Tabell 3

Årsaker til statisk generering	Elektrostatisk spenning	
	(10 - 20)% Rel.fukt.	(65 - 90)% Rel. fukt.
Gående på teppe	35 kv	1,5 kv
Gående på vinylgulv	12 kv	0,25 kv
Arbeid på benk	6 kv	0,1 kv
Vinylplastmapper til arbeidsinstruksjoner	7 kv	0,6 kv
Vanlig plast plukket opp fra en benk	20 kv	1,2 kv
Arbeidsstol stoppet med polyurethan skum	18 kv	1,5 kv

9.4 Testkrets - Figur 1



FIGUR 1

Testspenningen blir målt over kondensatoren. Kondensatoren utlades gjennom seriemotstanden R_o og det aktuelle testutstyret/komponenten. Utladningen kommer gjennom den prelløse bryteren, og skal ikke vare lenger enn at spenningen over kondensatoren har sunket til ca. 1 % av testspenningen og ta maksimum 5 sek. Toleransen på spenningskilden skal være innen 5 % av testspenningen.

9.5 Varselskilt - Figur 2



9.6 Varsel-klebemerke - Figur 3



10 BESKYTTELSES-UTSTYR I BRUK HOS NORSK DATA A.S

a. Statisk sikker arbeidsstasjon - 3M.

ND part no. 785536 - Håndleddsbånd m/jord kabel
ND part no. 785541 - Bordmatte m/jord kabel
ND part no. 785546 - Gulvmatte m/jord kabel (1,2m*2,4m)

b. Antistatiske/skjermede poser.

ND part no. 785527 - (20*25)cm /ND-10 PCB
ND part no. 785531 - (33*41)cm /ND-100 PCB
ND part no. 785519 - (33*43)cm /ND-500 PCB

c. Antistatiske IC staver/ledende skum

ND part no. 785540 - (0,70*53,6)cm. /IC stav
ND part no. 785544 - (0,14*53,6)cm. /IC stav
ND part no. 785537 - Ledende skum.

d. PCB holdere/bokser/stativ

Ikke lagervare, men kan bestilles og monteres etter behov.

e. Varsel-klebemerke.

ND part no. 785542 - Lagervare

f. Antistatisk væske.

ND part no. 785543 - Staticide ACL - Lagervare

11 SAMMENDRAG AV KRAV TIL BESKYTTELSES-UTSTYR**11.1 Bordplatebelegg**

Fordelende materiale -	10^5	$< \rho_o < 10^{12}$	ohm ²
	10^{10}	$< \rho_v$	ohm/cm
Ledende materiale -	0	$< \rho_o < 10^5$	ohm ²
	0	$< \rho_v < 10^3$	ohm/cm

11.2 Gulvbelegg

Antistatisk materiale -	10^9	$< \rho_o < 10^{14}$	ohm ²
	10^{14}	$< \rho_o$	ohm/cm
Fordelende materiale -	10^5	$< \rho_o < 10^{12}$	ohm ²
	10^{10}	$< \rho_v$	ohm/cm
Halvledende materiale -	10^5	$< \rho_o < 10^9$	ohm ²
	10^3	$< \rho_o < 10^9$	ohm/cm
Ledende materiale -	0	$< \rho_o < 10^5$	ohm ²
	0	$< \rho_v < 10^3$	ohm/cm

11.3 Håndleddsband

Den samlede elektriske motstand (serie) for håndleddsband, tilledning og motstand, skal være i området fra $0,6 \cdot 10^6$ ohm til $1,2 \cdot 10^6$ ohm.

MERK:

Overflate-resistivitet = ρ_o
Volum-resistivitet = ρ_v

12 REFERANSELISTE

Department of Defence - HandBook / DOD - HDBK - 263, MAY 2 1980

Department of Defence - HandBook / DOD - HDBK - 1686, MAY 2 1980

National Fire Protection Assosiation / NEFPA #56A

Stikkord

Ansvar	15.
Antistatisk	
belegg	3.
forpakkingsmateriale	3.
materiale	1.
væske	3.
Arbeidsplass	9.
Avdelingsleder	15.
Beskyttelsesmateriale	1.
Beskyttelsesutstyr	12.
Definisjoner	1.
Elektrostatisk	
beskyttelsesmateriale	1.
felt	1.
fordelende	3.
Foredling sikker	8.
Generering	
induktiv	5.
kapasitiv	7.
statisk	5.
triboelektrisk	7.
Godkjenning	12.
Gruppeleder	15.
Kontroll	10, 12.
Ladning	5.
Lagerplass	10.
Lagring	10.
ND/QA-Dept.	15.
Område	8.
Operator	2.
Operatørtrening	16.
Opplæring	16.
Pakking	9.
Statisk elektrisitet	2, 5.
Transport	11.
Treningsprogram	16.
Triboelektrisk	
generering	7.
serie	7.
Utladning	1.
Utstyrsliste	3.
Vedlikehold	14.

Systems that put people first

NORSK DATA A.S OLAF HELSETS VEI 5 P.O. BOX 25 BOGERUD 0621 OSLO 6 NORWAY
TEL.: 02 - 29 54 00 - TELEX: 18284 NDN