

# DERATING-TYÖKALUN KEHITTÄMINEN

Henri Hiltula

2011

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# **DERATING-TYÖKALUN KEHITTÄMINEN**

Hiltula Henri

Opinnäytetyö

29.3.2011

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka	Opinnäytetyö Insinöörityö	Sivuja 38	+	Liitteitä 7
Suuntautumisvaihtoehto Tuotantotalous	Aika 2011			
Työn tilaaja Nokia Siemens Networks	Työn tekijä Henri Hiltula			
Työn nimi Derating-työkalun kehittäminen				
Avainsanat derating, elektroniikan luotettavuus, tukiasema				

Työssä kehitettiin Excel-pohjainen työkalu Nokia Siemens Networksin tuotekehitysyksikköön. Tarkoituksena oli kehittää työkalu, joka edistäisi suunnittelun luotettavuutta ja auttaisi suunnittelijoita derating-laskelmaa tehtäessä. Derating-työkalusta haluttiin entistä käytännöllisempi ja siitä saatavista lopputuloksista aiempaa tarkemmat.

Edellinen derating-työkalu vaati suunnittelijalta paljon manuaalista työtä ja tarkkuutta, joten laskelman tekeminen oli työlästä ja vei paljon aikaa. Kehittämistyön aikana derating-työkalua automatisoitiin Visual Basic for Application -makrokielellä sekä Excelin omilla funktioilla ja kaavoilla. Insinöörityöhön laadittiin myös työohje, joka ohjeistaa työkalun käyttäjiä laskelman tekemisessä uudella työkalulla.

Työkalun automatisointia varten laadittuja makroja käytetään sarakkeiden piilotukseen, yhtenevien komponenttien piilotukseen ja hyväksymättömien komponenttien keräämiseen. Näiden makrojen avulla työkalusta saatiin helppokäyttöisempi. Excelin kaavojen ja funktioiden avulla lopputuloksen esiin tuontia parannettiin ja lopputuloksista saatiin tarkempia. Työn aikana ilmenneet lisäideat, joita ei ehditty toteuttaa, siirrettiin jatkokehitykseen.

Degree program	Thesis	Number of pages	+	Appendices
Mechanical and Production Engineering	B. Sc.	38	+	7
Line	Date			
Industrial management	2011			
Commissioned by	Author			
Nokia Siemens Networks	Henri Hiltula			
Thesis title				
Developing Derating Tool				
Keywords				
Derating, electronics reliability, base station				

The purpose of this thesis was to develop an Excel based tool for the R&D unit of Nokia Siemens Networks. The purpose was to develop the tool to help designers in derating calculations. The derating tool was to be more practical and to give more accurate final results.

The previous derating tool demanded the designer a lot of manual work and accuracy, so derating calculation was tedious and took a lot of time. During this development process, the tool was automated by Visual Basic for Application macro language and Excel's own functions and formulas. Instructions, which help designers using the tool, are included in this thesis.

For automate of the tool were created macros some used in the column hiding, hiding of the identical components and collection of unsanctified components. With these macros the tool is easier to use. With Excel formulas and functions the result is more accurate and the present of the results has been improved. Ideas which appeared during the work were transferred for further development.

## ALKULAUSE

Tämä työ on tehty Nokia Siemens Networksille lukuvuoden 2010 - 2011 aikana. Työn tilaaja oli tuotekehitysyksikössä toimiva tiimi. Työn ohjaajana tilaajan puolelta toimi senior specialist Mikko Jolanki ja ohjaavana opettajana Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön puolesta toimi lehtori Kauko Kallio.

Haluan kiittää ohjaajaani Mikko Jolankia hänen tuestaan ja neuvoistaan, joita hän kiireistään huolimatta antoi tämän insinöörityön tekemisen aikana. Kiitokset kuuluvat myös esimiehelleni Virpi Pennaselle, joka hoiti työsopimukseeni ja työväliseiniini liittyviä asioita.

Haluan kiittää myös ohjaavaa opettajaani lehtori Kauko Kalliota sekä kielenohjaajia lehtori Tuija Juntusta ja lehtori Sinikka Luukkosta sujuvasta yhteistyöstä sekä arvokkaista neuvoista.

Oulussa 16.2.2011

Henri Hiltula

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKULAUSE

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	8
2 TUKIASEMA .....	9
3 MULTIRADIO-TUKIASEMAN RAKENNE .....	10
3.1 Rakenteen vaikutus luotettavuuteen .....	11
3.1.1 Suojaus ympäristöltä.....	11
3.1.2 Lämmön nousu rakenteen ahtauden takia.....	11
3.2 Luotettavuuden kehittyminen .....	11
4 OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS LUOTETTAVUUTEEN .....	13
4.1 Lämpötila.....	13
4.2 Ilmankosteus .....	14
4.3 Syöpyminen.....	15
4.4 Mekaaniset jännitykset .....	15
4.5 Hiekka ja pöly .....	16
4.6 IP-suojaus .....	16
5 DERATING .....	18
5.1 Yleistä .....	18
5.2 Vähennyskertoimen valinta .....	19
5.3 Derating erityyppisille komponenteille .....	19
5.3.1 Vastukset.....	19
5.3.2 Laskuesimerkki vastukselle .....	21
5.3.3 Kondensaattorit.....	22
5.3.4 Muut komponenttityypit .....	24
6 TYÖSSÄ KÄYTETYT TYÖKALUT JA TIETOKANNAT.....	25
6.1 Microsoft Excel 2003.....	25
6.2 MxPDM ja Mcompo .....	25

7 KEHITTÄMISTYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	26
7.1 Derating-työkalu .....	26
7.2 Tiedonhaku ja syöttö .....	27
7.3 Taulukon toiminta ja tulosten saanti .....	27
8 KEHITTÄMISTYÖN VAIHEET .....	28
8.1 Kehitysmahdollisuuksien kokoaminen .....	29
8.2 Kehitysratkaisut .....	29
8.2.1 Ulkoasun muutos .....	29
8.2.2 Laskukaavojen laatiminen .....	30
8.2.3 Lämpötilan asettaminen .....	31
8.2.4 Makro sarakkeiden piilotukseen .....	32
8.2.5 Makro tuplarivien piilotukseen .....	32
8.2.6 Makro nok-komponenttien siirtoon .....	33
8.3 Työkalun testaaminen ja jatkokehitys .....	33
8.4 Käyttöohjeiden laatiminen ja testaus .....	34
8.5 Työkalun käyttöönotto .....	34
9 YHTEENVETO .....	35
LÄHTEET .....	37
LIITTEET .....	38

# 1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä kehitetään Oulun Ruskossa sijaitsevalle Nokia Siemens Networksille Excel-pohjainen työkalu. Kehitystyön tarkoituksena on vähentää suunnittelijoiden manuaalista työtä sekä nostaa derating-laskelman lopputuloksen luotettavuutta.

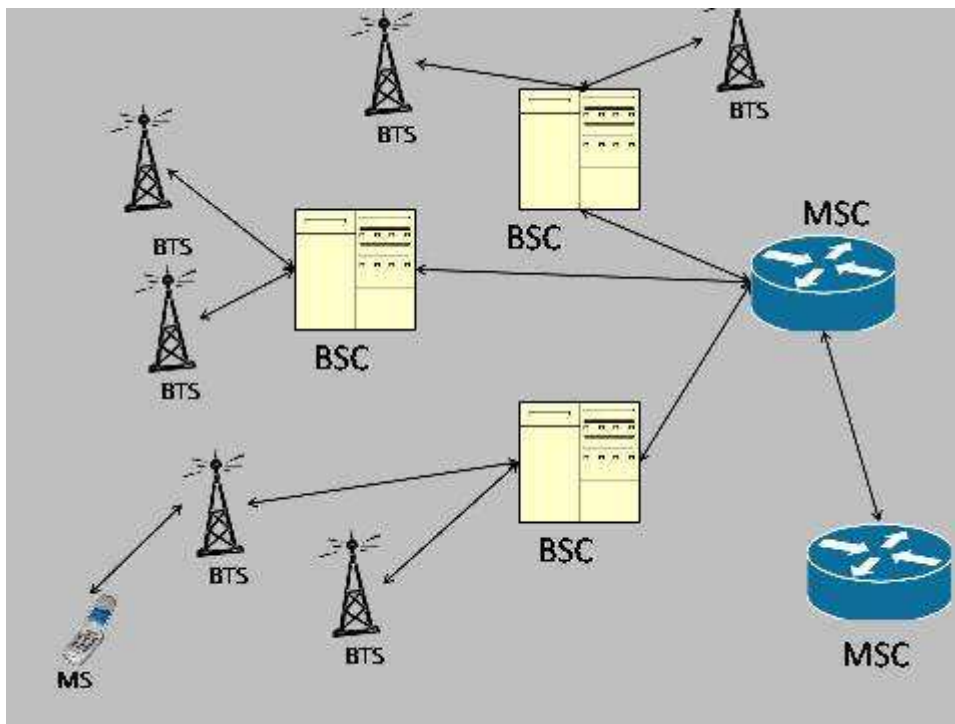
Työkalu kehitetään tuotekehitysyksikössä toimivalle, komponenttien luotettavuudesta vastaavalle tiimille, joka käyttää työkalua komponenttien parametrien laskemiseen vaadituissa lämpötiloissa. Työkalu vertaa laskettuja parametrialvoja vaadittuihin arvoihin ja niiden perusteella ilmoittaa, onko komponentti sallituissa rajoissa.

Derating-laskelman suorittaminen on käytössä olevalla menetelmällä erittäin työlästä valtavien komponenttimäärien vuoksi, jotka tulee syöttää manuaalisesti työkaluun. Tämän insinööriyön kehitystyön haasteena onkin saada automatisoitua työkalu mahdollisimman pitkälle, unohtamatta kuitenkin laskelman luotettavuuden tärkeyttä.



## 2 TUKIASEMA

Matkapuhelinverkon tukiaseman (BTS) tehtävänä on vastaan ottaa langattomasta päätelaitteesta saapuvia signaaleja, käsitellä niitä ja siirtää tieto matkapuhelinverkon avulla puhelinkeskukseen (MSC). Vastaavasti tukiasema myös ottaa vastaan puhelinkeskuksesta tulevaa tietoa ja siirtää sitä langattomaan päätelaitteeseen radioteitse. (Kuva 1.)



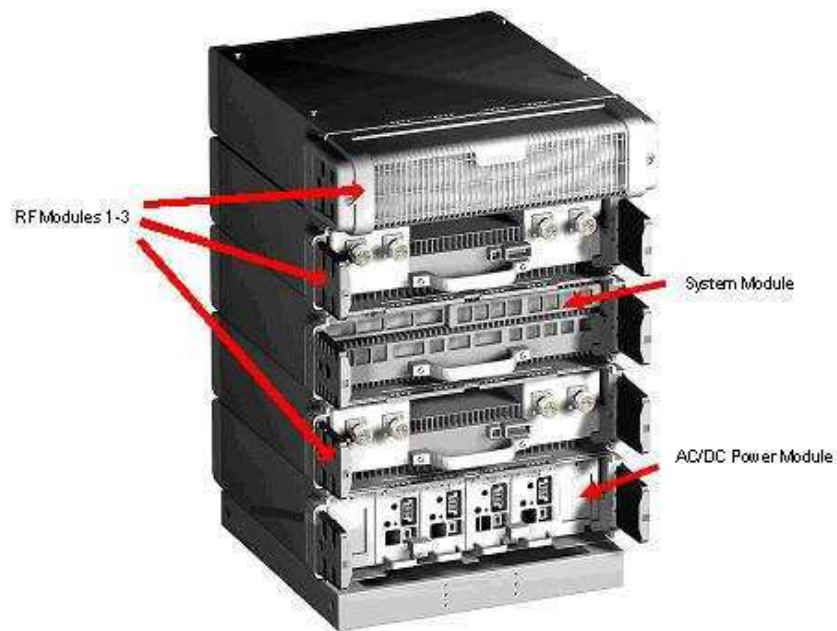
*KUVA 1. Matkapuhelinverkon toiminta (1)*

Tukiasemat sijoitetaan useimmiten ulkotiloihin, joten niiden tulee toimia erilaisissa ympäristöllisissä olosuhteissa. Haasteita tukiaseman toimintaan aiheuttavat ainakin lämpötila, lämmön vaihtelu, ilman kosteus ja pöly.

Yhden tukiaseman rikkoutuminen alueella, johon on sijoitettu useita tukiasemia, pienentää liikenteen kapasiteettia. Esimerkiksi Lapissa, missä ollaan paikoin yhden tukiaseman varassa, tukiaseman rikkoutumisen takia verkkoon pääseminen saattaa estyä.

### 3 MULTIRADIO-TUKIASEMAN RAKENNE

Tukiaseman kokonaisuus koostuu pakollisista RF-moduulista ja System-moduulista. Lisäksi tukiasema voi sisältää vaihtoehtoisia moduuleita, kuten Power-moduulin. Tyypillisessä rakenteessa on yksi System-moduuli, Power-moduuli sekä yhdestä kolmeen Rf-moduulia. Kuvassa 2 näkyy tukiaseman moduulirakenne. (2, s. 4.)



*KUVA 2. Tukiaseman moduulirakenne (2, s. 4)*

## **3.1 Rakenteen vaikutus luotettavuuteen**

### **3.1.1 Suojaus ympäristöltä**

Tukiasemaa on pyritty suojaamaan ympäristöllisiltä vaikutuksilta ja kuljetuksessa tapahtuvilta iskuilta koteloinnin avulla. Moduulin kotelointi ja tiivisteet suojaavat sitä vedeltä, lumelta ja kiinteiltä aineilta. Moduulit sisältävät IP 55 -standardin mukaiset kumitiivisteet. Myös liitännät on tehty kestävämmään vaatuvia olosuhteita. (2, s. 35.)

### **3.1.2 Lämmön nousu rakenteen ahtauden takia**

Multiradio-tukiaseman moduulirakenne mahdollistaa tuotteen pienen fyysisen koon. Pieni koko ei pelkästään ole hyvä asia vaan se myös aiheuttaa haasteita tukiaseman luotettavuudelle, koska moduulin sisäinen lämpötila voi nousta hyvinkin korkeaksi. Korkea lämpötila aiheuttaa komponenttien vikaantumista sekä lyhentää niiden käyttöikää. Korkeassa lämpötilassa myös yksittäisiä komponentteja ympäröivät lämpötilat saattavat nousta korkeammiksi kuin suunnitellut maksimilämpötilat.

Moduulin sisäistä lämpötilaa seurataan anturien avulla, jotka on sijoitettu eri puolille moduulia. Joihinkin moduuleihin on asennettu tuulettimet, joiden avulla moduulin lämpötilaa saadaan laskettua. (2, s. 35.)

## **3.2 Luotettavuuden kehittyminen**

Tukiaseman luotettavuutta pyritään parantamaan jatkuvasti. Haastavaksi tilanteen tekee se, että yksiköt muuttuvat jatkuvasti pienemmiksi ja niiden toimintojen määrä lisääntyy. Tästä seuraa lämpötilojen nousemista yksiköiden sisällä, mikä johtaa komponenttien nopeampiin vikaantumisiin. Luotettavuuden parantamiseksi luodaan uusia luotettavuuteen liittyviä ohjeistuksia, joissa määritellään mm. varmuuskertoimia osille eri lämpötiloihin. Näiden kertoimien avulla lasketaan jokaiselle tuotteen sisältämälle osalle raja-

arvot. Komponentista mitattujen arvojen tulee saavuttaa komponentille annetut raja-arvot. Tämä vertaaminen tapahtuu derating-työkalun avulla.

## 4 OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS LUOTETTAVUUTEEN

Tuotteet on suunniteltu toimimaan määrätyissä ympäristöllisissä olosuhteissa, joiden perusteella määritellään komponenttien toimintarajat perustuen valmistajien antamiin arvoihin. Jokaisella parametrilla on oma vaikutuksensa komponentin käyttöikään ja luotettavuuteen, joten näiden parametrien vaikutusta tulisi ensin ymmärtää parametrikohteisesti. Lopuksi tulisi ymmärtää, kuinka parametrit vaikuttavat luotettavuuteen samanaikaisesti. (3, s. 25.)

Ympäristöllisiä parametreja ovat

- lämpötila
- ilman kosteus
- syöpyminen
- mekaaniset jännitykset
- pöly ja hiekka.

Tärkeimmät parametrit komponenttien luotettavuuden kannalta ovat lämpötila ja ilmankosteus. (3, s. 25.)

### 4.1 Lämpötila

Material of a reliability analysis center -kurssin materiaalin mukaan lämpötila on parametri, joka nousee useimmiten esiin puhuttaessa ympäristöllisistä vaikutuksista elektroniikan luotettavuuteen, kertoo Saarela diplomityössään. On tutkittu, että jopa 40 % ympäristöstä aiheutuvista vioista on lämpötilan aiheuttamia (3, s. 26).

Saarela (3, s. 26) siteeraa Pechtiä, jonka mukaan monissa tapauksissa on todettu, että korkealla lämpötilalla on suuri vaikutus elektroniikan luotettavuuteen. Terminen ikääntyminen, joka aiheutuu ruostumisesta, halkeamista ja kemiallisista reaktioista, on yksi korkeasta lämpötilasta johtuvista vaikutuksista. Pehmeneminen, sublimoituminen ja sulaminen aiheuttavat eristysvikoja, mekaanisia vikoja ja mekaanisia jännitteitä. Yleensä

korkeaa, jatkuvaa lämpötilaa ei nähdä ongelmana luotettavuudelle, ennen kuin valmistajan suosittelemat arvot on ylitetty.

BS 2011 Environmental testing -standardin mukaan myös liian alhaisella lämpötilalla on vaikutusta luotettavuuteen, kertoo Saarela. Osat, joiden tulee toimia alhaisissa lämpötiloissa, tarvitsevat erillisen lämmitysyksikön. Lämmitysyksikön avulla komponenttien lämpötilat saadaan nostettua valmistajan vaatimalle tasolle. Liian alhainen lämpötila saattaa aiheuttaa jään muodostumista, sekä mekaanista heikkenemistä elektronisessa yksikössä. (3, s. 26.)

BS 2001 -standardin mukaan lämpötilan vaihtelulla on myös vaikutusta elektronisten osien luotettavuuteen. Lämpötilavaihtelun suuruus ja nopeus vaikuttavat luotettavuuteen. Hyvin äkillinen lämpötilan muutos tunnetaan myös lämpötilashokkina. (3, s. 26.)

## **4.2 Ilmankosteus**

Saarela (3, s. 32) kertoo, että BS 2011 Environmental testing -standardin mukaan ilmankosteus ei pysty aiheuttamaan ongelmia elektroniikan luotettavuudelle. Ainoastaan jos vesihöyry on imeytynyt materiaalin pintaan, alkaa ongelmia esiintyä. Veden imeytyminen materiaalin pintaan synnyttää siihen ohuen vesikerroksen. Tämä tarkoittaa sitä, että suhteellinen kosteus on korkea. Korkea kosteusarvo aiheuttaa kosteuden syventymistä, turvotusta ja mekaniikan heikkenemistä. Lisäksi kosteus saattaa aiheuttaa kemiallisia reaktioita kuten korroosiota metalliosissa ja tiivisteiden vioittumista. Liian alhainen ilmankosteus voi aiheuttaa kuivumista, mekaanista heikkenemistä ja kutistumista. Tyypillisesti nämä viat aiheuttavat mekaanisia vikoja ja halkeilua. (3, s. 32.)

### **4.3 Syöpyminen**

Saarela (3, s. 32) siteeraa W.H. Abbotia, jonka kokemuksen mukaan syöpyminen on yksi ympäristöllisistä ongelmista, joka aiheuttaa luotettavuuden heikkenemistä elektronisissa laitteissa. Ongelmat aiheutuvat useasti materiaalivalinnoista. Materiaalin valinta väärentyyppiisiin ympäristöllisiin olosuhteisiin voi aiheuttaa korroosiota. (3, s. 32.)

J. Scovernin mukaan galvaaninen korroosio on yleistä elektronisissa tuotteissa. Kosteissa olosuhteissa ilmenevät potentiaalierot kahden johtimen välillä lisäävät ionien liikettä, mikä aiheuttaa ongelmia muun muassa virrankulussa. Kemiallista korroosiota tapahtuu kaikilla tukiaseman metallipinnoilla. Korroosion syntyminen johtuu ympäristön lämpötilasta, kosteudesta, ilmansaasteista ja materiaalista. Jotkut komponenttityypit nykyään suojataan muovikoteloilla metallikoteloitten sijaan. Tällä pyritään vähentämään korroosiota ja sen aiheuttamia ongelmia. (3, s. 33.)

### **4.4 Mekaaniset jännitykset**

Kotelin 203. työryhmäraportin mukaan tukiaseman rakenteissa ilmenevät mekaaniset jännitykset voidaan jaotella kahteen ryhmään jännityksen syntymisen perusteella. Ensimmäisen ryhmän jännitykset ovat syntyneet tuotteen kuljetuksen aikana ja toisen ryhmän jännitykset tuotteen operoinnin aikana. Kuljetuksen aikana syntyneet jännitykset ovat tyypillisesti seurausta värinästä, shokista ja kiihtyvyydestä. Kuljetuksen aikaisiin jännityksiin lasketaan myös lastauksen ja varastoinnin aikana syntyneet jännitykset. Suurin yksittäinen mekaanisia jännitteitä synnyttävä tilanne on tuotteiden käsittely lastauksen aikana. Paras tapa ennaltaehkäistä tätä on pakata tuote kunnolla. (3, s. 34 - 35.)

Kotelin raportin mukaan liian suuriksi kasvaneet mekaaniset jännitykset aiheuttavat tyypillisesti rakenteiden heikkenemistä, rakenteellisia vikoja sekä toimintahäiriöitä. Myös muut ympäristölliset parametrit aiheuttavat jännityksiä

rakenteisiin, kuten lämpötilan vaihtelu, ilmankosteus ja syöpyminen, kertoo Saarela. (3, s. 36.)

#### **4.5 Hiekka ja pöly**

Myös hiekka ja pöly aiheuttavat haasteita tukiaseman luotettavuudelle. Ilmassa olevan tomun määrä vaihtelee alueen mukaan. Esimerkiksi tehdasalueella pölyn määrä on huomattavasti suurempi kuin luonnossa. Kotelin 203. työryhmäraportin mukaan myös tuulen ja sateen määrä vaikuttavat pölyn ja hiekan määrään. (3, s. 36.)

Saarela (3, s. 37) sanoo, että raportin mukaan suojaus hiekkaa ja pölyä vastaan voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa on otettava huomioon häiriötekijät ja toinen tapa estää näiden häiriöiden pääsy tuotteelle. Hiekka ja pöly aiheuttavat mekaanisia ja kemiallisia ongelmia tuotteeseen. Näiden mukana tuleva orgaaninen materiaali muovaa, tukkii ja kuluttaa tuotteen pintaa, mikä aiheuttaa mekaanista jännitystä. Hiekka ja pöly myös edesauttavat korroosion syntymistä. (3, s. 37.)

#### **4.6 IP-suojaus**

IP-luokitusjärjestelmä on Euroopassa käytössä oleva järjestelmä sähkölaitteiden tiivyyden määrittämiseksi. Luokitus kertoo laitteen suojauksen ulkoisia uhkia, kuten pölyä ja vettä vastaan. Merkintä koostuu tekstistä IP (International Protection), kahdesta numerosta ja vapaaehtoisista kirjainmerkinnöistä. Ensimmäinen kertoo laitteen suojauksen vieraita esineitä ja pölyä vastaan, toisen numeron kertoessa laitteen suojauksesta vettä ja kosteutta vastaan. (4.)



Seuraavassa on esitelty standardissa esiintyvien numeroiden merkitykset.

### **Ensimmäinen numero**

- 0: Ei suojausta.
- 1: Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija 50mm tai enemmän.
- 2: Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija yli 12,5mm.
- 3: Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 2,5mm.
- 4: Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 1mm.
- 5: Suojattu pölyltä. Ei edellytä täydellistä tiiveyttä.
- 6: Täydellinen suojaus. Pölytiivis.

### **Toinen numero**

- 0: Ei suojausta vettä vastaan.
- 1: Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan.
- 2: Suojaus ylhäältä +/-15 astetta tulevaa vettä vastaan.
- 3: Suojaus ylhäältä +/-60 astetta tulevaa vettä vastaan.
- 4: Suojaus vesiroiskeita vastaan.
- 5: Kestää vesiruiskun joka suunnasta.
- 6: Kestää suurella paineella tulevan ruiskun.
- 7: Kestää hetkellisen upotuksen veteen.
- 8: Kestää pysyvän upotuksen. Lisämerkintänä voi olla suurin sallittu asennussyvyys.

## 5 DERATING

### 5.1 Yleistä

Derating on käytäntö, jolla rajoitetaan sähköistä, mekaanista tai lämpötilasta johtuvaa rasiusta komponenteissa. Deratingin avulla määritellään komponenttien rasituksille uudet raja-arvot komponenttien valmistajien suosittelemien raja-arvojen pohjalta. Komponenttien rasitusten vähentäminen lisää osien käyttöikää, parantaa niiden luotettavuutta ja näin ollen koko järjestelmän luotettavuutta. (5, s. 5.)

Kaikki komponentit eivät ole yhtä kestäviä, ja niiden kestävyys vaihtelee kaikissa komponenttityypeissä. Vaihtelevuutta kestävyudessa tapahtuu jopa komponenteissa, joiden tulisi olla homogeenisia. Yhtäläisten komponenttien suurimmat vaihtelut tapahtuvat kuitenkin komponenteissa, jotka on toimitettu eri valmistajilta ja on suunniteltu käytettäväksi eri virtapiireissä sekä prosesseissa. Deratingin avulla pyritään kompensoimaan näitä kestävyysvaihteluja. (5, s. 5.)

Useimpien komponenttien kestävyys riippuu kolmesta eri parametrasta. Parametrit ovat liitännän lämpötila, jännite ja virta. Tästä syystä täytyy ottaa huomioon useampi kuin yksi parametri tietylle komponentille kestävyyslaskelmaa tehtäessä. Huomioon tulee ottaa myös eri parametrien vaihtelevuus eri komponenttityypeille. (5, s. 5.)

Derating on käytössä myös sitä syystä, että kestävyydeltään kriittisten komponenttien parametrit eivät pysy samana koko eliniän ajan. Deratingin avulla voidaan määrittää toleranssi komponentin toiminnallista muutosta varten. Monet parametrien muutokset komponenteissa ovat ennakoitavissa ajan funktiona (mm. lämpötila), mutta valitettavasti on myös parametreja, joiden muutoksia ei voida ennustaa. Derating-menetelmällä pyritään kompensoimaan tämän tyyppisiä vaihteluja. (5, s. 5.)

## **5.2 Vähennyskertoimen valinta**

Ensimmäinen haaste derating-menetelmän käytössä on oikean vähennyskertoimen valinta. Valitun kertoimen avulla lasketaan komponentille suositeltava toiminta-arvo valmistajan antamasta komponentin toiminta-arvosta. Liian pieni vähennys ei ole hyväksi, koska järjestelmän luotettavuus ei silloin vastaa haluttua tasoa. Toisaalta taas toiminta-arvojen liiallinen alentaminen todennäköisesti lisää komponenttien määrää tai vaatii arvoiltaan korkeammin mitoitettuja komponentteja kytkentään, mikä voi vähentää koko järjestelmän luotettavuutta tai nostaa tuotteen hintaa ja kokoa. (5, s. 5 - 6.)

## **5.3 Derating erityyppisille komponenteille**

### **5.3.1 Vastukset**

Useimmissa vastustyypeissä vika ilmenee lähes aina resistanssin muutoksena. Tyypillisesti resistanssin muutos johtuu lämpötilasta, sähköisestä jännityksestä ja kosteudesta. Vian ilmeneminen riippuu vastuksen tyypistä. Esimerkiksi paksukalvo- ja ohutkalvovastustyypit ovat alttiita resistanssin kuormalle, mikä saattaa johtaa johdinlankojen vioittumiseen. (5, s. 9.)

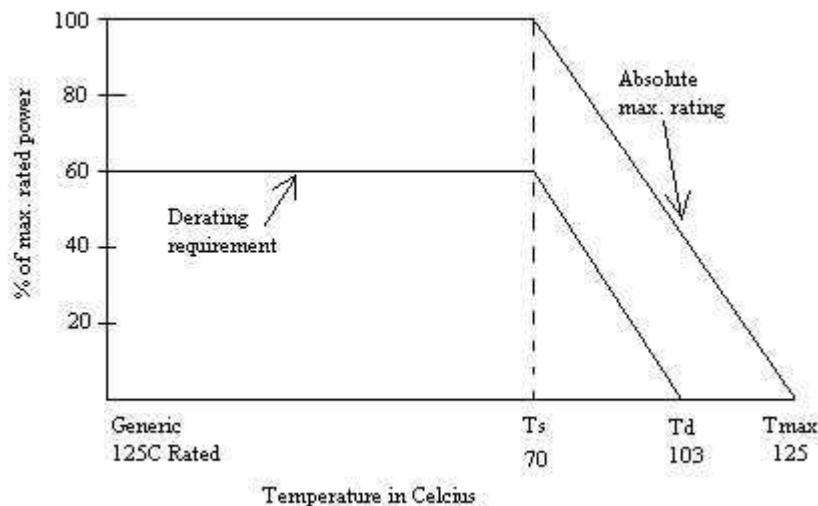
Kalvovastusten tehonkasauskyky on rajoitettu vastusta ympäröivän kalvon luvalliseen lämpötilaan. Liian korkea kuorma vastuksessa nostaa sitä ympäröivän lämpötilan liian korkeaksi. Lämpötilan laskemiseksi pitää vastuksen kuormaa vähentää esimerkiksi derating-menetelmää käyttämällä. (5, s. 9.)

Kalvon lämpötila määrittää vastuksen kuorman ja vakauden. Metallikalvovastukset toimivat siten, että resistanssi kasvaa kuorman mukana. Vastuksen kuorma kaksinkertaistuu jokaista 30 celsiusasteen kalvon lämpötilan nousua kohden. Tästä syystä toiminta 125 celsiusasteessa

kuormittaa vastusta tuplasti enemmän kuin toiminta 95 celsiusasteessa. (5, s. 9.)

Useimmat vastukset ovat pinnoitettu lakalla tai suojaavalla polymeeripäällysteellä. Pinnoitteiden takia vastuksen pinnan lämpötila voidaan mitata vain ulkoa. Pinnan lämpötila on lähes yhtä korkea kuin kalvon lämpötila. (5, s. 9.)

Kuvassa 3 on ohutkalvovastusten derating-vaatimukset. Kuvaaja kertoo sallitun käyttötehon lämpötilan nousun suhteen. Lämpötilarajat  $T_s$ ,  $T_d$  ja  $T_{max}$  näkyvät kuvaajassa. Rajat ovat tyyppikohtaisia.



*KUVA 3. Dering-vaatimukset ohutkalvovastuksille (5, s. 11)*

Ohutkalvovastuksilla käytetään tehona 60 % maksimi tehosta 70 celsiusasteen ( $T_s$ ) lämpötilaan saakka. Sen jälkeen teho putoaa lineaarisesti 1,8 %, jokaista kasvavaa lämpötila-astetta kohden. (5, s. 10.)

Taulukkoon 1 on koottu eri vastustyyppien ominaisuuksia ja arvoja, jotka ovat oleellisia derating-menetelmää käytettäessä.

TAULUKKO 1. Vastuksien ominaisuudet ja arvot (5, s. 10 - 13)

Vastustyyppi	Tehoase (%)	Ts (°C)	Td (°C)	Tmax (°C)	Tehon muutos (% / °C)
Thick film	70	70	109	125	1,8
Thin film	60	70	103	125	1,8
Wirewound	60	75	150	250	0,8
High-Power Flange terminations	70	100	120	150	3,5
Thermistors	50	25	75	125	

### 5.3.2 Laskuesimerkki vastukselle

Lämpötila  $T_d$  voidaan laskea kaavalla 1 (5, s. 10).

$$T_d = T_s + 0.6 ( T_{max} - T_s ) = 70 + 0.6 ( 125 - 70 ) = 103^{\circ}\text{C} \quad \text{KAAVA 1}$$

$T_d$  = maksimi toimintalämpötila tehon ollessa 0.

$T_s$  = maksimi toimintalämpötila täydellä teholla.

$T_{max}$  = valmistajan antama maksimilämpötila tehon ollessa 0.

Kuvaajan avulla voidaan laskea ohutkalvovastuksen käyttöteho 80 celsiusasteen lämpötilassa seuraavalla tavalla:

Valmistaja antaa seuraavat arvot ohutkalvovastuksesta:

- 63 mW tehon 70 celsiusasteeseen saakka
- vähennys 1,8 % jokaista astetta kohden 70 celsiusasteen jälkeen.  
(1,134 mW / °C)

Maksimi alennettu teho saadaan selville kaavalla 2 (5, s. 34).

$$0,6 * 63 \text{ mW} = 37,8 \text{ mW} \quad \text{KAAVA 2}$$

Nyt voimme laskea alennetun tehon mille tahansa lämpötilalle kaavojen 3 ja 4 avulla. Tässä esimerkissä teho lasketaan 80 celsiusasteen lämpötilassa, joten lämpötilan muutos on 10 celsiusastetta maksimitehon sallitusta lämpötilasta. (5, s. 34.)

$$10 * ( 0,018 * 37,8 \text{ mW} ) = 6,8 \text{ mW} \quad \text{KAAVA 3}$$

$$37,8 \text{ mW} - 6,8 \text{ mW} = \underline{31 \text{ mW}} \quad \text{KAAVA 4}$$

Ohutkalvovastuksen sallittu maksimiteho 80 celsiusasteen lämpötilassa on 31 mW.

### 5.3.3 Kondensaattorit

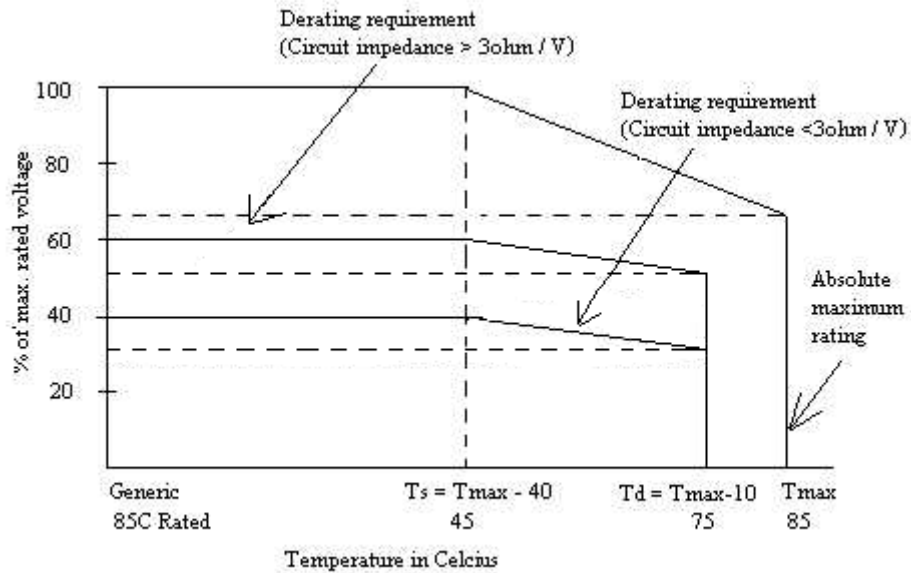
Useimmiten kondensaattorien rikkoontumiseen johtava syy on vajaa virtapiiri. Erityisesti tämä aiheuttaa vikoja tantaalikondensaattoreissa. Kondensaattorin eliniän aikaisessa vaiheessa esiintyvät viat johtuvat yleensä puutteellisesta valmistuksesta. Myöhemmän vaiheen viat aiheutuvat pääsääntöisesti liiallisesta sisäisestä lämpötilasta, mikä on seurausta korkeasta jännitteestä ja virrasta. (5, s. 13.)

Toiminta, joka suoritetaan lähellä luvattua maksimilämpötilaa, lyhentää dramaattisesti kondensaattorin oletettua elinikää. Yleisesti ottaen kemiallinen taantuminen kaksinkertaistuu, jokaista 10 celsiusasteen lämpötilan nousua kohden. (5, s. 13.)

Kooltaan suuremmat kondensaattorit eivät ole toiminnaltaan kovinkaan luotettavia. Luotettavuuden laskuun vaikuttavat suuret katodin tai anodin pinta-alat sekä kasvava eristeen määrä. Näiden kondensaattoreiden käyttöä tulisi välttää, jos järjestelmältä vaaditaan korkeaa luotettavuutta. (5, s. 13.)

Kuvaaja käsittelee erään kondensaattorin sallittua jännitemäärää suhteutettuna lämpötilan nousuun. Tämän kondensaattorin sallittu

jännitemäärä riippuu sen sisäisestä impedanssista. Kuvaajassa näkyvät myös lämpötilarajat  $T_s$ ,  $T_d$  ja  $T_{max}$ , jotka ovat komponenttikohtaisia. (Kuva 4.)



*KUVA 4. Tantaalikondensaattorin kuvaaja:  $T_s$  on maksimi toimintalämpötila täydellä teholla ja  $T_d$  on absoluuttinen maksimi toimintalämpötila tehon ollessa 0 (5, s. 16)*

Kondensaattorien eliniän ja luotettavuuden takaamiseksi jännitearvoja ja toiminnan lämpötila-arvoja tulisi työstää derating-menetelmällä. Taulukossa 2 näkyy eri kondensaattori tyypit sekä derating-menetelmässä tarvittavat arvot.

TAULUKKO 2. Kondensaattorien ominaisuudet ja arvot (5, s. 13 - 16)

Kondensaattori-tyyppi	Käyttöaste (%)	Ts (°C)	Td (°C)	Tmax (°C)	Jännitteen muutos (% / °C)
Ceramic capacitors	80	85		125	0,67
Aluminium Electrolytic capacitors	70	65	95	105	0,67
Chip Solid Film Tantalum Electrolytic	60*/ 40	45	75	85	0,34
Film capacitors	60	70	85	105	1,34

(\* Jännitteen käyttöaste kondensaattorille, jonka impedanssi suurempi kuin  $3\Omega / V$ )

### 5.3.4 Muut komponenttityypit

Deratingissä, joka tehdään vastuksille ja kondensaattoreille otetaan huomioon ympäröivä lämpötila ja tehokkuusaste. Komponenteissa, kuten keloissa, transistoreissa, diodeissa ja piireissä, keskitytään lähinnä maksimi virran ja maksimijännitteen analysointiin sekä liitännän lämpötilaan. Piireillä otetaan huomioon myös taajuus. Näille komponenteille derating-laskelman suorittaminen on helpompaa kuin vastuksille ja kondensaattoreille. (5.)



# 6 TYÖSSÄ KÄYTETYT TYÖKALUT JA TIETOKANNAT

## 6.1 Microsoft Excel 2003

Excel toimii derating-työkalun toimintaympäristönä. Sen avulla listataan komponentit, lasketaan niille toiminta-arvot ja eritellään komponentit. Työkalun automatisoinnissa käytetään Visual Basic for Application (VBA) -makrokieltä.

VBA on monipuolinen ohjelmointikieli. VBA-makrot koostuvat peräkkäisistä käskyistä, joiden avulla voidaan automatisoida Excelin toimintaa. VBA:n avulla voidaan ohjata myös useita ohjelmia, kuten Exceliä tai Wordia. (6, s. 2.)

Makroja voidaan käyttää pitkästyttävien tai usein toistuvien tehtävien hoitamiseen. Niiden avulla tehtävät hoituvat nopeammin, yksinkertaisemmin ja työmäärää vähentäen. Makron luominen onnistuu kahdella tavalla. Ne voidaan nauhoittaa tai kirjoittaa suoraan Excelin makromoduuliin. (6; 7, s. 160.)

## 6.2 MxPDM ja Mcompo

Työkalun käyttöä varten tarvitaan käytettävien komponenttien tietoja ja arvoja. Tiedot on saatavilla käytössä olevista komponenttitietokannoista MxPDMstä ja Mcomposta. PDM-tietokannasta saadaan haettua käytössä olevat komponentit jokaiselle tuotteelle. Sieltä saadaan muun muassa komponentin koodi, lay out -paikka, komponentin tyyppi ja määrä. Mcomposta löytyy jokaisen komponentin tarkemmat tiedot. Sieltä saadaan selville mm. komponentin toiminta-arvot, toleranssit, kotelotyyppit ja lämpötilarajat.

## 7 KEHITTÄMISTYÖN LÄHTÖKOHDAT

Derating-laskennassa on käytetty Excelin taulukkolaskentaohjelmistoa. Sen avulla pystytään järjestämään komponentit tyypeittäin ja laskemaan niille tarvittavat käyttöarvot. Työkalun suurin heikkous on siihen tuotavan datan hidas ja työläs syöttäminen. Kehitettävää on myös niiden komponenttien erittelyssä, jotka eivät täytä vaadittuja arvoja, sekä työkalun käytössä ja visualisuuudessa. Seuraavassa on kuvattu tarkemmin työkalun toimintaa.

### 7.1 Derating-työkalu

Tällä hetkellä käytössä oleva työkalu on kuvan 5 mukainen. Taulukon yläpuolella näkyvät arvot ovat komponenttikohtaisia ja ne on valmiiksi syötetty taulukkoon, kuten myös solussa neljä oleva derating-kerroin. Ref- ja Code-soluihin tuleva tieto saadaan PDM-tietokannasta ja tieto näihin soluihin siirretään käsin. Solun kolme maksimiteho saadaan Mcompo-tietokannasta ja myös nämä solut on täytettävä käsin. Loput solut sisältävät arvoja, jotka lasketaan syötetyistä arvoista soluihin piilotettujen funktioiden avulla. Ok / nok -solut kertovat, täyttävätkö komponentit vaadittavat kriteerit.

2.1.2 Chip resistors, thin film and melf				Ts	70 Td	103	No of 1C :	33	Derating f	0,01818	Additional
Ref	Code	P max (mW)	P der. fac	P max act	P actual	OK/NOK	Additional	Max pow	P actual	OK/NOK	
		63	0,6	0	2	NOK		0	0	2	NOK
			0,6	0		NOK		0	0	0	NOK
			0,6	0		NOK		0	0	0	NOK

KUVA 5. Ohutkalvovastuksen laskentataulukko

## 7.2 Tiedonhaku ja syöttö

Tiedon kerääminen aloitetaan PDM-tietokannasta. Sieltä tulostetaan osaluettelo tarvittavan tuotteen komponenttiedoista. Tämä lista voi olla jopa yli 3 000 riviä pitkä, joten käsin syöttäminen on aikaa vievää. Näistä tulosteista saatujen tietojen avulla saadaan täytettyä työkaluun ref- ja code-kentät. PDM tietokannasta saatavien komponenttikoodien perusteella voidaan hakea Mcompo-tietokannasta Pmax-soluun oikea arvo. Mcompo-tietokannasta saadaan myös tarvittaessa kaikki komponentin tiedot sekä kuvaukset.

## 7.3 Taulukon toiminta ja tulosten saanti

Kun tarvittavat tiedot on saatu syötettyä taulukkoon, se laskee komponenteille arvot ja vertaa saatuja lukuja vaadittaviin arvoihin. Taulukko ilmoittaa komponentista soluun ilmestyvällä nok-sanalla, mikäli se ei saavuta vaadittua arvoa.

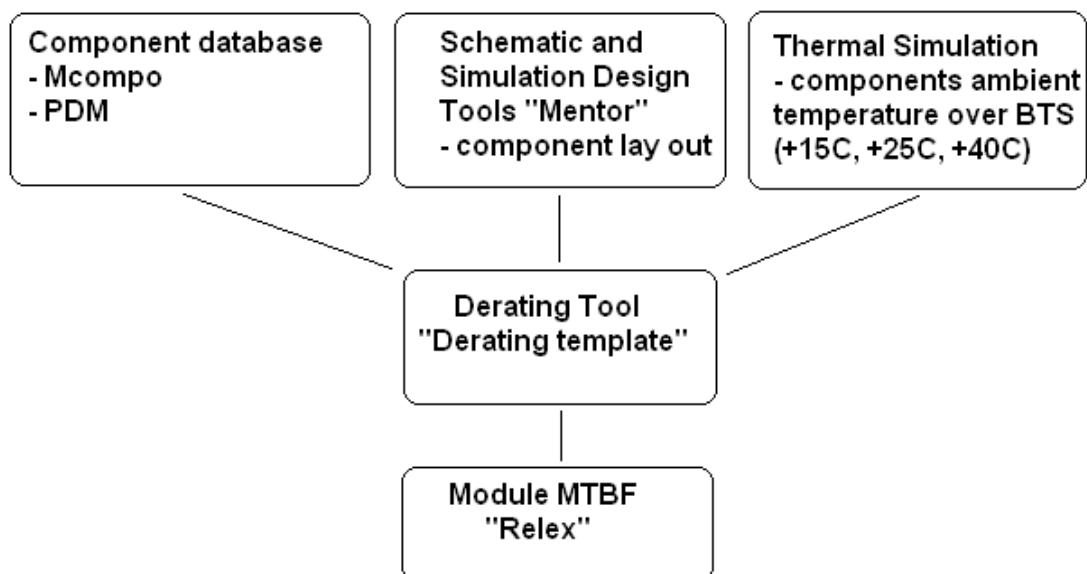
Lopputuloksen esiin saaminen vie paljon aikaa alkuperäisessä työkalussa. Työkalu ilmoittaa nok-tapaukset eri sarakkeissa. Näitä sarakkeita voi olla yhdellä välilehdellä jopa neljä ja välilehtiä on melkein kymmenen, joten nok-tapausten erottelu vie aikaa.

## 8 KEHITTÄMISTYÖN VAIHEET

Alkuperäinen suunnitelma työkalun kehittämisestä oli, että vähennetään suunnittelijoiden manuaalista työtä automatisoimalla työkalua. Automatisointi oli tarkoitus suorittaa makrojen avulla, jotka hakevat komponenttien tiedot tietokannoista derating-työkaluun.

Työkalun rakennetta oli tarkoitus muuttaa siten, että siinä voitaisiin suorittaa laskelmat eri lämpötiloissa, jotka muuttuvat komponentin sijainnin mukaan. Muutoksia piti tehdä myös työkalun ulkoasuun ja lopputulosten luotettavuuteen.

Tarkoituksena oli myös automatisoida derating-laskelman lopputuloksen muotoilu ja formaatin muuttaminen Relex ohjelmaan sopivaksi. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Insinööriyön alkuperäinen suunnitelma*

Työkalun kehityssuunnitelma muuttui hiukan työn edetessä. Automatisoinnin osalta työstä jäi pois osio, jolla komponenttien tiedot siirrettäisiin työkaluun. Tämä johtui siitä, että makro oli jo laadittu valmiiksi eikä sitä ollut järkevää

kehittää, koska komponenttien tietokantoihin oli luvassa muutoksia lähiaikoina. Uuden tietokannan käyttöönoton ohessa automatisointi pitäisi kuitenkin suunnitella uudelleen. Alkuperäisestä suunnitelmasta jätettiin pois myös yhteys tietokantaan, josta olisi saatu komponenttien layout -paikat työkaluun. Tämä kehitys ei ollut vielä ajankohtainen työkalun käytön kannalta.

## **8.1 Kehitysmahdollisuuksien kokoaminen**

Työkalun kehityksen alkuperäinen suunnitelma oli laadittu valmiiksi jo keväällä 2010 työn asettajan toimesta. Tämän alkuperäisen suunnitelman lisäksi kysyin kehitysideoita suunnittelijoilta, joilla derating-laskelmat kuuluvat työhön. Suunnittelijoilta tuli monia työkalun käytettävyyteen ja toimintoihin liittyviä kehitysideoita. Kehitysideoita tuli esiin myös järjestetyissä palaverissa, joissa oli paikalla henkilöitä, jotka toimivat deratingin-työkalun parissa. Lista kerätyistä kehitysideoista on työn liitteenä 1.

## **8.2 Kehitysratkaisut**

Kehitysideoiden suuren määrän takia täytyi miettiä, mitkä ideat olivat kehitettävissä ja mitkä olivat oleellisimpia derating-laskelman tekemisen kannalta. Ensimmäinen päätös oli, että tehdäänkö työkalu aivan alusta vai käytetäänkö pohjana jo aikaisemmin kehitettyä versiota. Päätimme jatkokehittää versiota, missä oli automatisoitu komponenttien siirto työkaluun tietokannoista makron avulla. Tämän osion poisjäämisen takia opinnäytetyössä jäi enemmän aikaa muiden ideoiden toteuttamiseen.

### **8.2.1 Ulkoasun muutos**

Derating-työkalun käytön kannalta oli tärkeää, että sen pohja on selkeä ja käytännöllinen. Työkalun selkeyttä pyrittiin parantamaan erityyillisillä muotoiluilla sekä työkalun pohjan suunnittelulla. Käytännöllisyyttä lisättiin soluihin sisällytettävillä kaavoilla sekä VBA-makroilla. Työkalun pohjan suunnittelussa otettiin huomioon komponenttityyppien erilaiset derating-

tarpeet. Vastuksilla ja kondensaattoreilla pohjan rakenne on hiukan erilainen kuin muilla komponenttityypeillä.

### **8.2.2 Laskukaavojen laatiminen**

Työkaluun tuotujen komponenttien arvojen laskemiseen tarvitaan laskukaavat, joiden avulla saadaan tietää, onko kyseinen komponentti vaadittavien arvojen välissä. Erityyppisille komponenteille lasketaan arvot eri tavalla, joten kaavat ovat yksilöllisiä jokaiselle komponenttityypille. Laskuissa otetaan huomioon komponenttivalmistajien antamat arvot, komponenttikohtainen derating-kerroin sekä NSN:n itse määrittelemät komponenttien raja-arvot. Lisäksi työkaluun laadittiin funktioiden avulla järjestelmä, joka hakee tiedon, onko komponentti vaadittujen rajojen sisällä. (Liite 2.)

Soluihin sisällytettyjen kaavojen tarkoitus on laskea komponentin arvoja ja funktioiden tehtävänä on kertoa onko komponentti vaadittavissa rajoissa ok-tai nok -sanoilla. Funktioilla myös määritellään, minkä solun tietoa luetaan ja kerrotaan lopputulos. Kaavojen ja funktioiden toiminta on yhtäläistä kondensaattoreilla ja vastuksilla, samantyylisten derating-vaatimusten takia. Molemmissa komponenttityypeissä otetaan huomioon lämpötilan muutoksen vaikutus komponentin toiminta-arvoihin. Muihin komponenttityyppeihin lämpötila vaikuttaa eri tavalla, joten kaavoja on tarvittu vähemmän ja funktiot ovat erilaisia.

### **Vastukset ja kondensaattorit**

Vastus- ja kondensaattoritaulukoissa on otettu huomioon kolme eri lämpötila- aluetta, jotka näkyvät kuvissa 3 ja 4. Ensimmäinen lämpötila-alue on  $T_s$  lämpötilan alapuolella, toinen alue on lämpötilojen  $T_s$  ja  $T_d$  välissä ja viimeinen alue on  $T_d$  lämpötilan yläpuolella. Kun suunnittelija syöttää taulukkoon lämpötilan ja käytössä olevan jännitteen, virran tai tehon komponenttityypistä riippuen, taulukko suorittaa laskelmat kyseisillä arvoilla. Soluihin tehtyjen funktioiden avulla taulukko vertaa suunnittelijan antamaa

lämpötilaa  $T_s$  ja  $T_d$  lämpötiloihin ja valitsee lopputuloksen oikealta lämpötila-alueelta.

### **Muut komponentit**

Muille komponenttityypeille taulukon kaavat ja funktiot olivat yksinkertaisempia toteuttaa. Taulukko toteutettiin siten, että se laskee suunnittelijan antaman virran tai jännitteen maksimiarvon ja derating-kertoimen perusteella suurimman hyväksyttävän arvon ja vertaa sitä suunnittelijan antamaan käytössä olevaan arvoon. Tämä käytössä oleva arvo on joko laskettu tai mitattu. Yhdellä komponentilla on useampia parametreja, joita taulukon pitää laskea, ja kaikkien näiden tulosten pitää olla hyväksytyjä, jotta komponentti läpäisee laskelman.

### **8.2.3 Lämpötilan asettaminen**

Alkuperäisessä työkalussa voitiin käyttää vain yhtä lämpötilaa, jolla derating-laskelma tehtiin. Nykyiseen työkaluun haluttiin mahdollisuus käyttää jokaiselle komponentille yksilöllistä lämpötilaa, jotta laskelman lopputuloksista saataisiin tarkemmat.

Työkaluun tehtiin ratkaisu, että siihen syötetään edelleen yleinen lämpötila, joka on lähtökohtana derating-laskelmalle. Jos jokin komponentti vaatii poikkeavan lämpötilan, se voidaan syöttää kyseisen komponentin kohdalle ja työkalu asettaa sen ensisijaiseksi lämpötilaksi.

Toinen lämpötilojen syöttöön tehty muutos koski aktiivisia komponentteja ja niiden derating-laskelmassa huomioon otettavaa komponentin liitoslämpötilaa. Liitoslämpötila on yksi parametreista, joka vaaditaan derating-laskelmassa. Liitoslämpötilalle luotiin erillinen sarake, johon lämpösuunnittelija voi laittaa arvon, ja työkalu ottaa tämän arvon ensisijaisesti huomioon alkuperäisen arvon sijasta.

## **8.2.4 Makro sarakkeiden piilotukseen**

Työkaluun tuotavan tiedon määrän takia sen käyttö on haasteellista. Yhdessä taulukossa käsitellään yhden komponenttikirjon esimerkiksi vastus, kela, diodi, tietokannoista tuotuja komponenttitietoja ja suoritetaan sen eri komponenttimalleille laskelmia. Esimerkiksi vastusmalleja on neljä, joten yhteen taulukkoon tulee valtavasti tietoa. Kuitenkin taulukon tulisi olla käytännöllinen ja niin selkeä, että siitä saisi selvää myös kuvanlaadulla, jota videotykeillä on mahdollista näyttää.

Kun komponenttien tiedot on siirretty tietokannoista työkaluun, suunnittelijan pitää alkaa täyttämään komponenteille derating-laskelmaan tarvittavia arvoja. Tämän sarakkeiden piilotus -makron avulla suunnittelija voi tuoda paremmin esiin taulukon laskukaavoineen arvojen syöttöä varten. Sarakkeiden piilotus -makro on kytketty painonappiin, jota painamalla voidaan piilottaa tarvittavat sarakkeet. Painonapin vieressä on toinen painonappi, josta sarakkeet saadaan taas esiin. Makro on käytössä jokaisella työkalun välilehdellä, ainoastaan piilotettavat sarakkeet muuttuvat. (Liite 3.)

## **8.2.5 Makro tuplarivien piilotukseen**

Työkaluun tuodaan tietokannasta aina kaikki tuotteessa olevat komponentit. Sen vuoksi yhteneviä komponentteja saattaa olla useita kymmeniä, mikä lisää työtä työkalun käyttäjälle sekä vaikeuttaa työkalun käyttöä komponenttien suuren määrän takia.

Ensiksi yhtenevien komponenttien piilotus toteutettiin painonappiin kytketyn makron avulla, joka luki Excel-taulukon saraketta, jossa sijaitti komponenttien numerokoodit. Makron havaitessa kaksi yhtenevää numerosarjaa se piilotti toisen näistä riveistä ja lopulta jäljelle jäi jokainen komponentti vain kerran. Tätä ratkaisua lopulta jouduttiin muuttamaan, koska siinä haluttiin ottaa huomioon myös vastuuhenkilön tai vastualueen sisältämä sarake.



Uudemman makron toiminta poikkeaa ensin laaditusta makrosta siten, että se lukee numerokoodisaraketta sekä vastuualue-saraketta ja piilottaa yhtenevät rivit niiden tietojen perusteella. Muutos tehtiin myös makron käynnistykseen, joka aikaisemmin toimi painonapin avulla. Uuteen makroon tehtiin hakukenttä, johon suunnittelija asettaa vastuualueen nimen ja makro jättää kyseisen vastuualueen komponentit näkyviin vain kertaalleen. Kaikki komponentit saadaan taas näkyviin kun vastuualue-kenttä tyhjennetään. (Liite 4.)

### **8.2.6 Makro nok-komponenttien siirtoon**

Kun derating-työkaluun on tuotu komponenttiluettelo ja työkaluun on asetettu halutut parametrit, se antaa jokaisesta komponentista tiedon, onko se saavuttanut vaaditut raja-arvot ok- tai nok-sanoilla. Välilehtien määrän sekä jokaisella välilehdellä olevien komponenttimäärän takia nok-tapausten esiin saaminen on työlästä, joten tähän tarvittiin jokin ratkaisu.

Nok-sanojen etsimiseen laadittiin painonappiin kytketty makro, joka lukee jokaisella välilehdellä tiettyä saraketta ja etsii nok-merkkijonoa. Kun merkkijono löytyy, makro kopioi kyseisen rivin tietoja erilliselle välilehdelle ja jatkaa haun loppuun. Lopulta kaikki nok-tapaukset on kopioitu samalle välilehdelle. Makro ilmoittaa lopuksi nok-tapausten määrän. (Liite 5.)

### **8.3 Työkalun testaaminen ja jatkokehitys**

Työkalun toimintaa testattiin muutamaan kertaan eri komponenttiluetteloilla, jotka haettiin tietokannasta makron avulla. Ongelmia aiheutti jonkin verran oikean listaformaatin löytyminen, koska makron toiminta vaati, että lista on juuri halutussa formaatissa. Oikean formaatin löytyttyä komponenttilistan tuominen työkaluun ei tuottanut ongelmia.

Seuraavaksi testattiin työkalun toimintaa syöttämällä siihen tuoduille komponenteille arvoja. Taulukkoon luodut kaavat sekä funktiot toimivat halutulla tavalla ja työkalusta saatiin oikeat arvot. Myös makro, joka kerää

nok-komponentit, toimi moitteettomasti. Työkalun tekemisen yhteydessä syntyi jatkuvasti uusia kehityskohtia. Ennalta useiden kehitysideoiden määrän takia aivan kaikkia ideoita ei pystytty toteuttamaan ajan sekä resurssien puutteen takia. Nämä toteutumattomat kehitysideat listattiin jatkokehitykseen. (Liite 6.)

## **8.4 Käyttöohjeiden laatiminen ja testaus**

Insinööriyön suunnitelmaan kuului myös käyttöohjeiden laatiminen työkalun käytön helpottamiseksi. Käyttöohjeen tarkoituksena oli, että jokainen työntekijä pystyisi tarvittaessa käyttämään työkalua käyttöohjeen pohjalta. Tämän takia ohjeen tuli olla selkeä ja kattava.

Käyttöohjetta testattiin suunnittelijan avulla, jonka tuli suoriutua derating-laskelman teosta pelkän ohjeen avulla. Testin mukaan ohje sisälsi kaikki tarvittavat tiedot laskelman suorittamiseen, mutta joihinkin kohtiin tarvittiin tarkennusta. Ohje laadittiin englanniksi, koska työn asettaja on kansainvälinen yritys. Käyttöohje on työn liitteenä 7.

## **8.5 Työkalun käyttöönotto**

Kevään 2011 aikana työkalua on testattu suunnittelijoiden toimesta ja palautteen mukaan siihen oli saatu parannusta visuaalisuuteen. Toinen parannuksen kohde oli työmäärän väheneminen. Työkalun testaamisen aikana sen kehittämiseen on löytynyt lisäideoita, joita pyritään toteuttamaan edelleen.

## 9 YHTEENVETO

Tässä insinööriyössä kehitettiin Nokia Siemens Networks tuotekehitysyksikössä toimivalle työryhmälle Excel-pohjainen työkalu, jolla derating-laskelman tekeminen sujui aiempaa vaivattomammin. Tarkoituksena oli myös kehittää työkaluun toimintoja, joiden avulla laskelmista saataisiin tarkempia tuloksia, tulosten oikeellisuuden luotettavuutta unohtamatta. Työkaluun täytyi myös laatia yksiselitteiset käyttöohjeet, jotta jokainen työkalua tarvitseva suoriutuisi laskelman teosta ilman apua.

Työn asettajan puolelta työhön asetetut tavoitteet olivat, että työkalulla pystyttäisiin laskemaan komponenteille yksittäiset kuormitusolot, vertaamaan kuormituksia määritelyihin raja-arvoihin ja ilmaisemaan, täyttääkö kuormitus vaatimuksia. Lopputuloksen tuli olla ilmaistuna selkeästi. Tavoitteena oli myös tehdä VBA-makro, jonka avulla kaikki komponentit, jotka eivät läpäise tarkistusta, voitaisiin kerätä yhteen paikkaan. Työn edetessä tavoitteita asetettiin lisää ja niitä tavoiteltiin käytössä olevien resurssien ehdoilla. Työn oli määrä valmistua vuoden 2010 aikana.

Työtä tehdessä meni paljon aikaa vanhan työkalun opetteluun ja sen sisältämien kaavojen ymmärtämiseen. Paljon aikaa vei myös derating-menetelmän sisäistäminen, koska laskelmassa täytyi ottaa huomioon useita asioita. Työhön tutustumisen jälkeen lähetettiin parantamaan työkalun visuaalisuutta sekä käytettävyyttä muotoilujen, kaavojen sekä funktioiden avulla. Kaavojen ja funktioiden luominen ja tarkistaminen oli tarkkaa työtä, koska pienikin virhe monimutkaisissa kaavoissa antaisi väärän tuloksen. Funktioiden teon vaikeus ilmeni solujen määrässä, jotka täytyi ottaa huomioon lopputuloksessa. Pienikin muutos työkaluun tarkoitti sitä, että kaikkien funktioiden toiminnot ja osa kaavoista täytyi miettiä uudelleen.

Työkalun automatisoinnin aikana ilmeni useita ongelmia VBA-kielen haastavuuden ja resurssien puutteen takia. Automatisointi oli haastavaa ensikertalaiselle, ja siinä ilmeni useita ongelmia työtä tehtäessä. Pienin askelin makrot saatiin toimimaan halutulla tavalla ja kaikista asetetuista tavoitteista suoriuduttiin. Myös ohjeistus työkalun käyttöön saatiin valmiiksi sovittuun aikaan mennessä.

Omat tavoitteeni työtä kohtaan olivat, että saisin kehitettyä työkalun, joka olisi selkeä, helppokäyttöinen ja jota voitaisiin hyödyntää derating-laskelmaa tehtäessä. Osan tavoitteistani saavutin, mutta työn kokonaisuudesta olisin halunnut suoriutua hiukan paremmin. Kehitystyö kuitenkin on haasteellista ja aikaa vievää työtä, jossa ilmenee jatkuvasti lisää ideoita, joten kaikkia ei voi toteuttaa annetuissa rajoissa.

## LÄHTEET

1. Network architecture. Saatavissa:  
<http://students.ee.sun.ac.za/~gshmaritz/gsmfordummies/arch.shtml>.  
Hakupäivä 2.2.2011.
2. Flexi WCDMA base station Product Overview 2008. Tuotekuvaus. Ruskon tehdas: Nokia Siemens Networks.
3. Saarela, Mika 1998. Reliability test design for a mobile telecommunications base station. Oulu: Oulun yliopisto, sähkötekniikan osasto. Diplomityö.
4. IP-luokitus. Wikipedia. 2010. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/IP-luokitus>. Hakupäivä 10.11.2010.
5. Tammenmaa, Markku 2008. Derating guidelines. Ruskon tehdas: Nokia Siemens Networks.
6. Shepherd, Richard 2006. Excel ohjelmointi. Suom. Outi Lammi. Jyväskylä: Gummerrus kirjapaino Oy.
7. Sipola, Arja 2004. Tietokoneen käyttötaito 2 Office 2003 ohjelmille. Porvoo: Docento Finland Oy.

## LIITTEET

- Liite 1. Lista kehitysideoista
- Liite 2. Excel kaavat ja funktiot
- Liite 3. Macro sarakkeiden piilotukseen
- Liite 4. Macro tuplakomponenttien piilotukseen
- Liite 5. Macro nok -komponenttien hakuun
- Liite 6. Jatkokehitykseen jääneet ideat
- Liite 7. Työkalun käyttöohje (englanti)

**Lista kehitysideoista**

- Komponenttiluettelon tuominen työkaluun automaattisesti
- Laskelman muuttaminen Relexiin sopivaksi
- Lämpötilan huomiointi jokaiselle komponentille
- Tuplakomponenttien piilotus
- Nok komponenttien keräämisen automatisointi
- Kaavojen sekä funktioiden tarkistus ja muuttaminen
- Työkalun visuaalisuuden kehitys
- Työkalun käytettävyyden kehitys
- Tietokantayhteys Mentoriin

## Kaavat ja funktiot

### Vastukset ja kondensaattorit

Vastus ja kondensaattori välilehtien pohjat ovat lähes samanlaiset, joten niissä on käytetty samoja kaavoja. Ainoastaan kaavoissa esiintyvät solut muuttuvat. Tämä esimerkki solujen kaavojen toiminnasta on tehty vastusvälilehden kaavoilla.

		T (ref) ≤ 70 °C										70 < T ≤ 108,5 °C				T > 108,5 °C	
Filled	Derating	U (V)	I (mA)	P (mW)	P der. Fact	P max	P actual	P (%)	Ok / Nok	Special T	Derating (n)	Max P (mW)	P actual	P (%)	Ok / Nok	Ok / Nok	Ok / Nok
Not filled	Nok			0	0,7	0	0 #DIV/0!	Open	0	0	0	0 #DIV/0!	Open	Open	Open	Open	

T (ref)	0
T max (°C)	125
Ts (°C)	70
Td (°C)	108,5
No of 1C steps	38,5

### Ok / Nok –sarakkeet (3kpl):

- "Open" kun sarakkeet U ja I tyhjänä.
- "Nok" kun Pactual on suurempi kuin P max. Viimeinen Ok/Nok sarake on "Nok" jos T(ref) suurempi kuin Td.
- "Ok" tapaus kun Pactual ≤ kuin Pmax. Viimeinen Ok/Nok sarake on "ok" kun T(ref)on < tai = kuin Td.

Kaavat Ok / Nok sarakkeisiin (vasemmalta oikealle):

=IF(AND(\$L14="";\$M14="");"Open";IF(AND(OR(\$L14<>0;\$M14<>0);\$Q14<=\$P14);"Ok";"Nok"))

=IF(AND(\$L14="";\$M14="");"Open";IF(AND(OR(\$L14<>0;\$M14<>0);\$W14<=\$V14);"Ok";"Nok"))

=IF(AND(\$L14="";\$M14="");"Open";IF(AND(OR(\$L14<>0;\$M14<>0);\$T14<=\$Q\$8);"Ok";"Nok"))



**Sarake oikeassa laidassa (ei otsikkoa, toimii apusarakkeena kaavoille):**

- Lukee T(ref) lämpötilaa ja sen perusteella valitsee tiedon Ok/Nok sarakkeista.
- Lukee vasemman puoleista Ok/Nok saraketta kun  $T(\text{ref}) \leq T_s$ .
- Lukee keskimmäistä Ok/Nok saraketta kun  $T_s < T(\text{ref}) \leq T_d$ .
- Lukee oikean puoleista Ok/Nok saraketta kun  $T(\text{ref}) > T_d$ .

Kaava:

```
=IF($T14>$Q$8;$AA14;IF($T14<=$Q$7;$S14;$Y14))
```

**Filled – sarake :**

- lukee U ja I sarakkeita jokaiselta vastustyybiltä (4kpl) ja jos johonkin soluun on asetettu arvo ja se on eri suuri kuin 0, niin filled sarakkeeseen tulee teksti "Yes".
- Jos kaikki U ja I sarakkeet ovat tyhjästä niin sarakkeessa teksti "Not filled".

Kaava:

```
=IF(OR($L14<>0;$M14<>0;$AD14<>0;$AE14<>0;$AV14<>0;$AW14<>0;$BN14<>0;$BO14<>0);"Yes";"Not filled")
```

**Derating – sarake:**

- Jos filled sarakkeessa on teksti "Yes" ja jokin vastustyyppin "apusarake" (mikä on kuvan oikeassa laidassa) on "Ok" niin derating sarake on "Ok".
- Muussa tapauksessa "Nok".

Kaava:

```
=IF(AND($H14="Yes";OR($AB14="Ok";$AT14="Ok";$BL14="Ok";$CD14="Ok"));"Ok";"Nok")
```

## Muut komponentit

Muilla komponenttityypeillä välilehden toiminta poikkeaa vastuksesta ja kondensaattorista. Periaate loppuissa komponenttityypeissä on sama mutta solut vaihtelevat kaavojen sisällä.

Esimerkkinä transistorivälilehden toiminta ja kaavat:

Filled		Derating		Ic max	Ic der. factor	Ic max accepted	Ic actual	OK/NOK	Vce max	Vce der. factor	Vce max accepted	Vce actual	OK/NOK	Special T	Tj max	Tj der. factor	Tj max accepted	Tj actual	Tj	Rj-b/c	Pd	Tj calculated	ON/NOK	
Not filled	NOK	0,75	0	Open	0,7	0	Open	0	0,7	0	Open	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	Open	Nok	

### Ok / Nok – sarakkeet:

- Vasemman puoleinen sarake on "open" kun Ic actual sarake on tyhjä. "Nok" silloin kun Ic actual on suurempi kuin Ic max accepted. "Ok" silloin kun Ic actual  $\leq$  Ic max accepted.
- Keskimäinen sarake on "open" kun Vce actual sarake on tyhjä. "Nok" silloin kun Vce actual on suurempi kuin Vce max accepted. "Ok" silloin kun Vce actual  $\leq$  Vce max accepted.
- Oikean puoleinen sarake on "open" kun sarakkeet Tj actual ja Rj – b/c ovat tyhjä. "Nok" silloin kun sarake Tj on suurempi kuin Tj max accepted. "Ok" silloin kun Tj  $\leq$  Tj max accepted.

Kaavat (vasemmalta oikealle):

=IF((\$AI14="");"Open";IF(AND(\$AI14<>0;\$AH14>=\$AI14);"Ok";"Nok"))

=IF((\$AN14="");"Open";IF(AND(\$AM14>=\$AN14;\$AN14<>0);"Ok";"Nok"))

=IF(AND(\$AT14="";\$AV14="");"Open";IF(AND(\$AS14>=\$AU14;\$AU14<>0);"Ok";"Nok"))

**Tj – sarake:**

- Ottaa tiedon sarakkeesta Tj calculated, jos sarake Tj actual on tyhjä. Jos sarakkeessa Tj actual on jokin arvo niin Tj hakee tiedon sieltä.

Kaava:

```
=IF($AT14="";$AX14;$AT14)
```

**Sarake oikeassa laidassa (ei otsikkoa, toimii apusarakkeena kaavoille):**

- Lukee tiedon kaikista kolmesta Ok / Nok sarakkeesta.
- Jos kaikki sarakkeet "Ok" niin apusarake on "Ok".
- Jos jokin sarakkeista on "Nok" niin apusarake on "Nok"

Kaava:

```
=IF(AND($AJ14="Ok";$AO14="Ok";$AY14="Ok");"Ok";"Nok")
```

**Filled – sarake:**

- Lukee jokaisen transistorityypin (5kpl) ensimmäistä saraketta (Ic max tai Vbr max).
- Jos johonkin näistä sarakkeista on asetettu jokin arvo niin filled kenttään ilmestyy teksti "Yes".
- Muuten kentässä lukee "Not filled"

Kaava:

```
=IF(OR($J14<>0;$AF14<>0;$BB14<>0;$BS14<>0;$CJ14<>0);"Yes";"Not filled")
```

**Derating – sarake:**

- Jos filled sarakkeessa on teksti "Yes" ja jokin transistorityypin "apusarake" (mikä on kuvan oikeassa laidassa) on "Ok" niin derating sarake on "Ok".
- Muussa tapauksessa "Nok".

Kaava:

```
=IF(AND($F14="Yes";OR($AD14="OK";$AZ14="OK";$BQ14="OK";$CH14="OK";$CY14="OK"));"OK";"NOK")
```

**Makro sarakkeiden piilotukseen****Piilottaa sarakkeet B,C,D ja E.**

```
Sub Hidecolumns2()  
    Columns("B:E").Select  
    Selection.EntireColumn.Hidden = True  
End Sub
```

**Piilottaa sarakkeet B,C,D,E,F ja G.**

```
Sub Hidecolumns()  
    Columns("B:G").Select  
    Selection.EntireColumn.Hidden = True  
End Sub
```

**Näyttää kaikki sarakkeet.**

```
Sub showcolumns()  
    Columns("A:H").Select  
    Selection.EntireColumn.Hidden = False  
End Sub
```

**Makro tuplakomponenttien piilotukseen**

```

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
Dim vika As Integer
Dim solu As Range

On Error Resume Next

Application.EnableEvents = False
If Not Intersect(Target, Range("C12")) Is Nothing Or Not Intersect(Target,
Range("A6")) Is Nothing Then
If Target = "" Then
ActiveSheet.ShowAllData
End If
End If
If Not Intersect(Target, Range("C12")) Is Nothing Then
If Target = "" Then
Range("A6") = ""
GoTo poistu
End If
ActiveSheet.ShowAllData
vika = Range("C65336").End(xlUp).Row
Range("C12:G" & vika).AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, Unique:=True
For Each solu In Range("C14:C" & vika).SpecialCells(xlCellTypeVisible)
If Not solu = Range("C12") Then
solu.EntireRow.Hidden = True
End If
Next solu
Range("A6") = ""
End If
If Not Intersect(Target, Range("A6")) Is Nothing Then
If Target = "" Then
Range("C12") = ""
GoTo poistu
End If
ActiveSheet.ShowAllData
vika = Range("C65336").End(xlUp).Row
Range("C12:G" & vika).AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, Unique:=True
For Each solu In Range("G14:G" & vika).SpecialCells(xlCellTypeVisible)
If Not solu = Range("A6") Then
solu.EntireRow.Hidden = True
End If
Next solu
Range("C12") = ""
End If
poistu:
Application.EnableEvents = True
End Sub

```

**Makro nok komponenttien hakuun****”Funktion määrittelyt**

```
Function EtsiJaSiirrä2(Hakuehto As Variant, Taulukko As String, Alue As String)
As Range
Dim solu As Range
Dim EkaOsoite As String
Worksheets(Taulukko).Activate
```

```
With Range(Alue)
Set solu = .Find( _
What:=Hakuehto, _
LookIn:=xlValues, _
LookAt:=xlWhole, _
SearchOrder:=xlByRows, _
SearchDirection:=xlNext, _
MatchCase:=False, _
SearchFormat:=False)
If Not solu Is Nothing Then
Set EtsiJaSiirrä2 = solu
EkaOsoite = solu.Address
Do
Set EtsiJaSiirrä2 = Union(EtsiJaSiirrä2, solu)
Set solu = .FindNext(solu)
Loop While Not solu Is Nothing And solu.Address <> EkaOsoite
End If
End With
End Function
```

```
Sub Testi2()
Dim Löydetty As Range
Dim solu As Range
Dim laskuri As Integer
Sheets("NOK").Rows("2:65536").Delete
Range("A2").Select
```

**“Lukee Resist. välilehden saraketta I, ja kun Nok tapaus löytyy siirtää sen rivin tietoja Nok välilehdelle. Sama toistuu jokaiselle välilehdelle.**

```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Resist.", "I:I")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -8), solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
```

```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Capacit.", "I:I")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -8), solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Induct.", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
```

```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Diodes", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
```

```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Transist.", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
```

```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Anal. IC", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If
```

```

Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Logic IC", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

```

```

Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Interf. IC", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

```

```

Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Ot. digit. IC", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

```

```

Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "RF IC,hyb.", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

```

```

Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "Other RF comp.", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

```



```
Set Löydetty = EtsiJaSiirrä2("NOK", "EI mech.", "G:G")
If Not Löydetty Is Nothing Then
For Each solu In Löydetty
Union(solu.Offset(0, -6), solu.Offset(0, -4), solu.Offset(0, -3), solu.Offset(0, -
2)).Copy Range("NOK!A65536").End(xlUp).Offset(1, 0)
laskuri = laskuri + 1
Next
End If

Sheets("NOK").Select
```

**“Laskuri ja ilmoitukset.**

```
If laskuri = 0 Then
MsgBox "No NOK components!", vbInformation
Else
MsgBox "The tool has found " & laskuri & " NOK components!", vbInformation
End If
End Sub
```

### **Jatkokehitykseen jääneet ideat**

- Tietokantayhteydet
- Laskelman formaatin muutos Relexiin sopivaksi
- Työkirjan nimeäminen automaattisesti komponenttiluettelon mukaan
- Muutokset vastuuhenkilöiden / alueiden määrittämiseen
- Taulukon suojaus

# DERATING TOOL MANUAL

## HISTORY

<b>Date</b>	<b>Version</b>	<b>Author</b>	<b>Notes</b>
3 Nov.,2010	0.1	Henri Hiltula	Body of Derating Tool Manual
12 Nov.,2010	0.2	Henri Hiltula	Chapters 3.2, 3.3 and 6 are created.
25 Nov.,2010	0.3	Henri Hiltula	

## CONTENT

1 PROCEDURES BEFORE PDM LIST LOADING .....	4
2 HOW TO DOWNLOAD DATA TO TOOL.....	6
2.1 Download PDM Report .....	6
2.2 Download Mcompo List.....	7
2.3 Fetch Data from PDM Report to Derating Tool .....	7
2.4 Sheets of Derating Tool .....	8
3 TOOL ARCHITECTURE OVERVIEW.....	10
3.1 Appendix 3.....	10
3.2 Appendix 4.....	10
3.3 Appendix 5.....	11
4 TOOL USE.....	12
4.1 Set T(ref).....	12
4.2 Designer's Choice.....	12
4.3 Manual Input .....	13
4.4 Treatment of Results.....	15
5 DESIGNER CHANGE.....	16
6 ADD SEARCH WORD .....	18

# 1 PROCEDURES BEFORE PDM LIST LOADING

- Open Derating tool.
- The tool asks about macros. Select "enable macros". (Picture 3)
- When the tool is opened, select the macro sheet at the bottom of the workbook if it does not open automatically. After selecting the sheet, the view should be in accordance with appendices 1 and 2.

## 1) Select PDM report:

The PDM report is made by PDM and the format has to be the structure report.

## 2) Select Mcompo list:

The Mcompo list is used for resistors and capacitors. The list should be a combined list from mcompo, where the first row is header and the three first columns are code, value, rating / voltage. The Mcompo list does not have to be loaded.

## 3) Reference search word:

The Ref1 field in the PDM report has to include these search words. A blank search word means that everything is accepted.

## 4) Description search word:

The Description field in the PDM report has to include at least one of these search words. A blank search word means that everything is accepted.

**5) Responsible designer for sheet:**

Add the name of the person responsible for each sheet (sheet = two first digits of reference number). If the persons responsible for the current number of a configurable sheet are not enough, just add more columns.

**6) Fetch data from PDM report:**

Button used to fetch PDM and Mcompo data to the tool.

**7) Sheet name:**

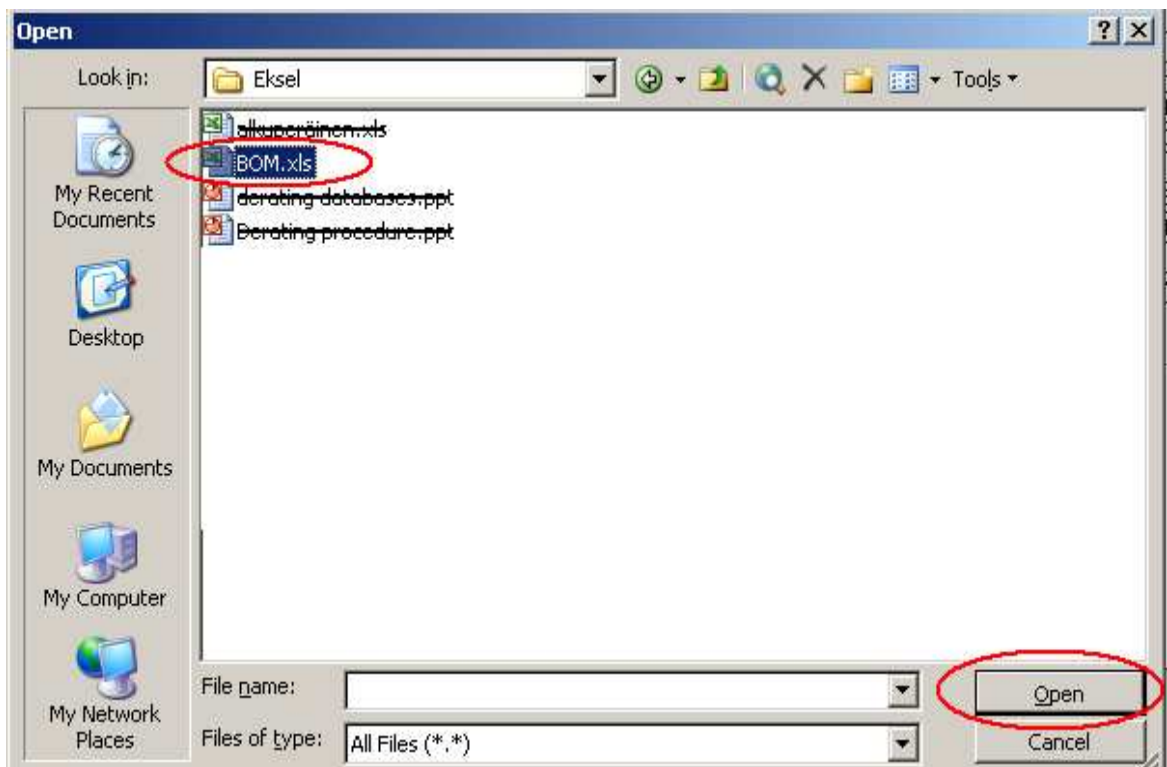
Parts will be listed onto these sheets.

## 2 HOW TO DOWNLOAD DATA TO TOOL

Before downloading the component list to the tool the correct part lists must be chosen as a basis for download. You must choose a PDM report which is mandatory for the use of the tool. You can also choose the Mcompo list which is optional and based on the PDM list.

### 2.1 Download PDM Report

- Push "Select PDM report" button on macro sheet.
- The tool opens picture 1 view



PICTURE 1

- Select PDM report and choose "open".
- PDM report is made by PDM and the format has to be a structure report.



- After selecting "open", the window disappears and at the top of the derating tool, next to the "select PDM report" button appears the report source. (Picture 2)

	A	B	C	D	E	F
1		Filename:				
2	Select PDM report	D:\Program Files\Derating Tool\Desktop\EkseABOM.xls				
3						
4		Filename:				
5	Select Mcompo list	Not loaded				
6						
7	Sheet Name	Ref				
8		Included	Or	Or	Or	Or
9	Resistors	R				
10	Capacitors	C				

PICTURE 2

- If the list source appears in the right place, the download is successful. If in the field there is text "Not loaded", the download has failed. In the latter case load the PDM report again.

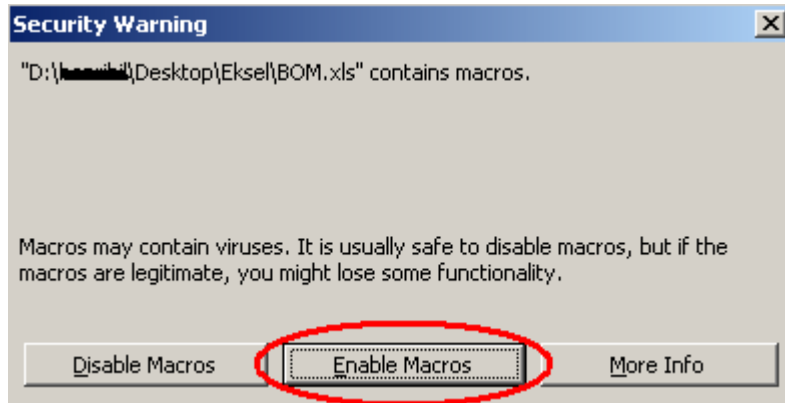
## 2.2 Download Mcompo List

You can load the Mcompo list exactly in the same way as the PDM report so you can follow chapter 2.1 Download PDM report. If the download of the Mcompo list is successful, the list source appears next to the "Select Mcompo list" button.

## 2.3 Fetch Data from PDM Report to Derating Tool

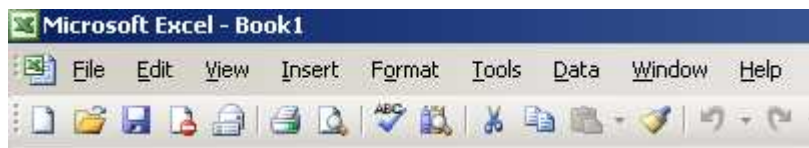
An import part list to the derating tool is implemented with macro which is launched with button "Fetch data from PDM report". At this moment at least the PDM report should be chosen.

- Select "Fetch data from PDM report" button.
- The tool opens picture 3 view.



PICTURE 3

- Select “Enable Macros”.
- Execution of macro takes a moment. Bringing the part list to the tool is done when the workbook “Book 1” opens. (Picture 4).



PICTURE 4

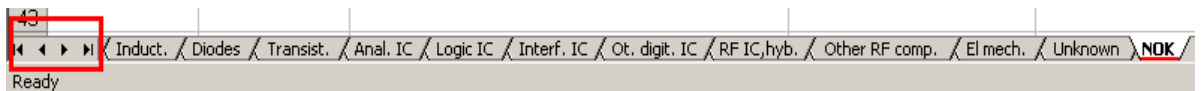
## 2.4 Sheets of Derating Tool

When the workbook is opened, you can select the sheet you want to deal with. You can change the sheet at the bottom of the workbook. All sheets are not displayed at the same time, so you can browse these sheets by buttons which are circled in red. (Picture 5)

- The macro that is run earlier, has divided parts to the right sheets (Resist. → El mech.). The deal is made with search words. (Appendix 1, nos 4 and 5).
- Sheet “Unknown” contains components which are not found in their own places because of lack of search words. These components must be moved

manually on the right sheets according to the component type. (If the list includes a lot of components, see chapter 6 “Add search words”).

- Sheet “Nok” is intended for the components that do not reach the required values. The information could be brought to the sheet on a separate macro. Macro button is on the “Nok” sheet.
- When you select a sheet which included some components (Resist. → El mech.), the structure of the sheets should be according to appendix 3.



PICTURE 5

## 3 TOOL ARCHITECTURE OVERVIEW

### 3.1 Appendix 3

- 1) T(ref) (chapter 4.1)
- 2) Select responsible (chapter 4.2)
- 3) Set the name of designer
- 4) Hide columns – show columns (chapter 4.3)
- 5) Component type (chapter 4.3)
- 6) Data from PDM report
- 7) Data from Mcompo report

Only resistor and capacitor sheets.

- 8) Responsible column (chapter 4.2)
- 9) Filled column (chapters 4.3 and 4.4)
- 10) Derating column (chapters 4.3 and 4.4)
- 11) Corrective actions (chapter 4.4)

### 3.2 Appendix 4

- 1) Component type (chapter 4.3)
- 2) Temperatures

The temperature T(ref) comes from the appendix 3. T max, Ts and Td come from the NSN derating guidelines and “no of 1C steps” is calculated from the values T(ref) and Td.

- 3) Manual input (chapter 4.3)

These fields must be filled manually.

**4) Area where  $T(\text{ref}) < T_s$** 

If  $T(\text{ref})$  is less than  $T_s$ , the derating field takes data from these fields.

**5) Area where  $T(\text{ref})$  is between  $T_s$  and  $T_d$** 

If  $T(\text{ref})$  hits in this area, the derating field reads data from here.

**6) Area where  $T(\text{ref}) > T_d$** 

Derating is not ok if the  $T(\text{ref})$  is greater than  $T_d$ .

**7) Special T**

Set unequal temperatures in these cells. Normally same as  $T(\text{ref})$ .

**3.3 Appendix 5**

**1) Component type** (chapter 4.3)

**2) Manual input** (chapter 4.3)

**3) Ok / Nok / Open fields**

All these fields must be "Ok" so that the derating field is "Ok".

**4)  $T_j$  actual**

Set  $T_j$  actual in these cells if it's not same as  $T_j$  calculated.

**5)  $T_j$** 

Value comes from column  $T_j$  calculated if  $T_j$  actual field is empty.

## 4 TOOL USE

### 4.1 Set T(ref)

Every sheet with a part list can be set a reference temperature on. T(ref) must enter the top of the sheet in the yellow cell. (Picture 6). After setting T(ref), the tool uses the temperature values for derating calculations. T(ref) must be fed to each sheet individually. You can also feed T(ref) only on the resistor sheet and copy T(ref) to another sheets by button “copy T(ref) and pull-down menu data to all sheets”.

3	
4	T(ref) = 90
5	Select responsible
6	

PICTURE 6

### 4.2 Designer's Choice

The sheets that have brought parts for examination have a yellow “select responsible” cell at the top of the sheet. In that menu you could choose a responsible person. When the person is chosen, the tool leaves only his/her responsible parts on the sheet. The choice of the person responsible hides also parts so that each appears only once. Responsible areas must be chosen to each sheet individually. If you want to change the responsibility area or the person's name in the tool, see chapter 5.

The selection happens by activating a yellow coloured cell under the text “select responsible”. The pull-down menu appears next to the cell, here you can select the responsibility. (Picture 7). If the cell is empty, then the tool shows all components. If the sheet does not contain any component, don't use this feature.

4	T(ref) =	90
5	Select responsible	
6		
7		
8		
9		
10		

PICTURE 7

### 4.3 Manual Input

Manual feeding initiates the column "value". This column is available only for resistor and capacitor sheets. The data of the value columns are brought from the database, so most of the parts already have some value. The cells in which the value is "0", the component should be given a corresponding value. (Picture 8)

	Ref.1+2	Sheet	Code	Value	Rating	
13						
18	R0301	3	1431382	22000	0,063	RESIS
19	R0303	3	1431252	3300	0,063	RESIS
20	R0304	3	1432301	100000	0,063	RESIS
22	R0308	3	1439064	0	0,063	RE
24	R0311	3	1431325	10000	0,063	RESIS

PICTURE 8

Before feeding data in the tool, the designer must know the type of the component so that correct cells are filled. If the values of the same component are filled in two different types of tables then the derating field may give a false result. The component types are listed on the sheets at the right-up corners. The treatment of component types are aimed at facilitating buttons "hide columns" and "show columns" which increase the usability of the tool. The component type values are brought out by button (+) and hide button (-). (Picture 9)





Filled	Derating	T (ref) ≤ 70 °C				70 < T ≤ 108,5 °C				Special T						
		U (V)	I (mA)	P (mW)	P der. Fact	P max	P actual	P (%)	Ok / Nok		Derating (m)	Max P (mW)	P actual	P (%)	Ok / Nok	Ok / Nok
Yes	Ok	8	20	63	0,7	44,1	19,394	43,977	Ok	0	1,1455	124,28	19,394	15,605	Ok	Ok

PICTURE 10

#### 4.4 Treatment of Results

After manual input you can look at results in derating and filled columns. If text “Nok” is in the derating column and the filled column is “Yes”, then the component hasn’t reached the required values. The designer must determine which component value did not pass the test and why. After that the designer writes the trouble maker and follows steps in the “corrective actions” column.

## 5 DESIGNER CHANGE

**Changing the designer and the responsibility area has to be made before the PDM report is brought to the tool.**

- Select macro sheet
- On the right of the sheet there is the "responsible person for sheet" field. (Appendix 2)
- Change the names of responsible persons in the cells in the correct responsibility areas. Responsibilities are determined by reference number. (Appendix 1, no 6).
- Import the part list on the tool in a normal way according to chapter 2.
- In workbook "Book 1" sheets in responsible columns a new responsible person appears. (Appendix 3). If the responsible column is blank, it means that the component hasn't defined a responsible person.

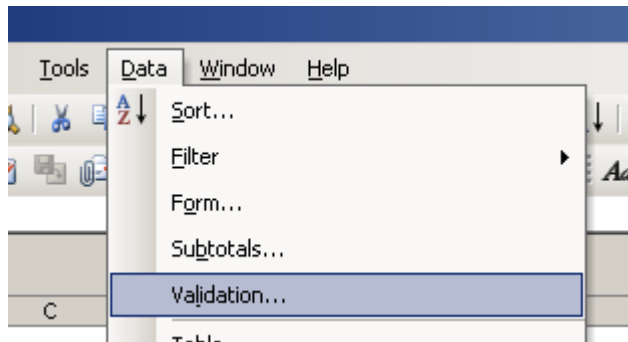
**Designers change to the pull-down menu.**

- Activate "select responsible" field. (Picture 11).

4	T(ref) =	90
5	Select responsible	
6		
7		
8		
9		
10		

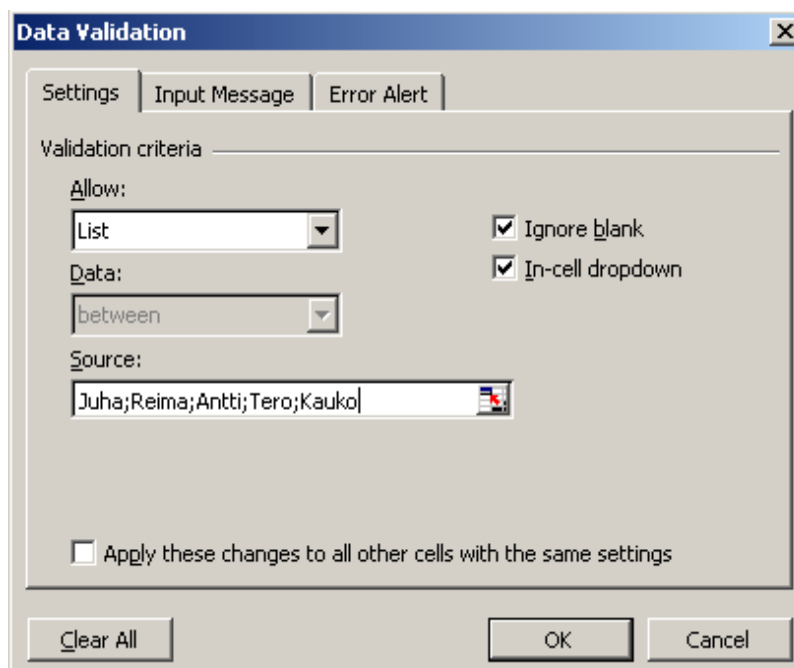
PICTURE 11

- Select "Data" and "Validation". (Picture 12)



PICTURE 12

- Picture 13 appears on the screen. Write the names of the responsible persons in the source field (the same as the macro sheet). The names must segregate “;” symbol.



PICTURE 13

- Select "ok"
- Pull-down menu includes now new responsible persons.

## 6 ADD SEARCH WORD

If you want to reduce the number of components which appear to the “unknown” sheet, you must add some search words into the fields. (Appendix 1, fields 3 and 4). Search words can be set to two different fields. One search is based on Ref field and the other search is based on components descriptions or a combination of these.

- When the PDM report is downloaded and the “unknown” sheet is opened, the designer must know which sheets the components have to be moved on so that search words can be added.
- The search words can be based on a Reference code or a component description. (Picture 14)

	A	B	C	D
	Ref.1+2	Sheet	Code	Description
1				
2	F2700	27	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
3	F2701	27	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
4	F2800	28	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
5	F2801	28	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
6	F2900	29	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
7	F2901	29	5119141	PROTECTOR 90V 10A/10kA/3kA 2-ELEC MELF
8	G1800	18	4358159	OSCILLATO 25MHZ 50PPM CLLCC4
9	G2400	24	4358300	OSCILLATOR 2.176MHz 100ppm
10	N0301	3	4338353	ANALOG IC

PICTURE 14

### Search with Ref code:

For example the components which the Ref field includes F must move the “Other RF components” sheet → You must set F in the Ref field of the macro sheet and all description fields which are located in the same row must be empty. The search word must be set in the same row with the right sheet. (Picture 15).

**Search with both fields:**

For example the components which Ref fields includes G and text CLLCC4 is in the Description field, must be moved on the “Other RF components” sheets. → The Ref field of the macro sheet must be filled with letter G and in the same row, text CLLCC4 must be set in one cell of the Description field. Both of these search words must be set in the same row with “Other RF components” sheet. (Picture 15).

**Search with Description field:**

For example the components which include either text PROTECTOR or ANALOG IC in the Description field must be moved on “Other RF components” sheet. → The Ref field must be left empty and texts PROTECTOR and ANALOG IC must be set in the Description field. The search words must be written exactly in the same way as in the components description. Both of these search words must be set in the same row with “Other RF components” sheet. (Picture 15).

**Adding search words:**

- Close workbook ”Book1”
- Select Derating tool and macro sheet
- Add search words in right cells. (Picture 15). (Appendix 1)

7	Sheet Name	Ref					
8		Included	Or	Or	Or	Or	Or
9	Resistors	R					
10	Capacitors	C					
11	Inductors		INDUCTO	CHOKE	PI-FILTER	TRANSFO	FE BEAD
12	Diodes	V	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO
13	Transistors	V	TRANSIS	MOSFET	GA,ASFE	TRANSIS	TRANSIS
14	Analog IC		ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG
15	Logic IC	D	LOGIC IC	CPLD	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC
16	Interface IC	D	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC
17	Other digital IC	D	PROCES	MEMORY	TELECO	TELECO	TELECO I
18	RF IC, hybrid		ANALOG	CUSTOM	SAW-FIL	COUPLEF	ANALOG
19	Other RF components	Other	Other	Other	other	other	other
20	Electro mechanics		CONN	PINHEAD	CLIP	SMP	SMP

PICTURE 15

- Push ”Fetch data from PDM report” and follow chapter 2.3
- If the list on the “unknown” sheet is still too long, add more search words.

APPENDIX 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																					
2		<b>Select PDM report</b>	Filename: Not loaded																		
3																					
4		<b>Select Mcompo list</b>	Filename: Not loaded																		
5																					
6																					
7		Sheet Name	Ref	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or	Or
8		Resistors	Included																		
9		Capacitors	R																		
10		Inductors	C																		
11		INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO
12		Diodes	V																		
13		Transistors	V																		
14		Analog IC	D																		
15		Logic IC	D																		
16		Interface IC	D																		
17		Other digital IC	D																		
18		RF IC, hybrid	D																		
19		Other RF components	other																		
20		Electro mechanics	other																		
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					

1) PDM Report: PDM report should be made by PDM and format has to be structure report.

2) Mcompo List: Mcompo list is used for resistor and capacitors. List should be combined list from mcompo, where the first row is header and three first columns are CODE, VALUE, RATING/VOLTAGE. Mcompo list does not have to be loaded.

**Description**

INDUCTO	CHOKO	PI-FILTER	TRANSF	FE BEAD	TRANSF	TRANSF	TRANSF	TRANSF	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO	INDUCTO
DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO	DIO
ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG
LOGIC IC	CPLD	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC	LOGIC IC
INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC	INTERF IC
PROCES	MEMORY	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO	TELECO
ANALOG	CUSTOM	SAM-FIL	COUPLE	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG	ANALOG
other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other	other
CONN	PINHEAD	CLIP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP

3) Reference Search word:  
The Ref1 field in the PDM report has to include this search words.  
Blank search word means that everything is accepted.

4) Description Search word:  
The Description field in the PDM report has to include at least one of these search words.  
Blank search word means that everything is accepted.

5) Responsible Designer for Sheet:  
Add responsible person name for each sheet (sheet = two first digits of reference number).  
If current number of configurable sheet responsible persons is not enough, just add more columns.

6) Fetch data from PDM report

**Instructions:**

- 1) Select the PDM report by pressing "Select PDM report" button. [MUST]
- 2) Select the Mcompo list by pressing "Select Mcompo list" button [OPTIONAL]
- 3) Configure the search words for Reference field [MUST]
- 4) Configure the search words for Description field [MUST]
- 5) Configure the responsible designer names for each sheet [OPTIONAL]
- 6) Press "Fetch data from PDM report" button [MUST]

APPENDIX 2

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
9		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
10		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
11		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
12		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
13		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
14		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
15		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
16		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
17		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
18		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
19		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
20		Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero	Tero
21																								

5

**5) Responsible Designer for Sheet:**  
 Add responsible person name for each sheet (sheet = two first digits of reference number).  
 If current number of configurable sheet responsible persons is not enough, just add more columns.

APPENDIX 3

2.1 RESISTOR DERATING CALCULATIONS

Ref.1+2	Sheet	Code	Value	Rating	Description	Responsible	Filled	Derating	Corrective Actions
R0202	2	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Antti	No: filled	Ndk	
R0203	2	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Antti	No: filled	Ndk	
R0204	2	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Antti	No: filled	Ndk	
R0205	2	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Antti	No: filled	Ndk	
R0301	3	1431832	22070	0,063	RESISTOR 22K 63mW 1% J402	Reima	No: filled	Ndk	
R0303	3	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Reima	No: filled	Ndk	
R0304	3	1432831	100000	0,063	RESISTOR 100K 63mW 1% 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0305	3	1432831	100000	0,063	RESISTOR 100K 63mW 1% 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0303	3	1439054	0	0,063	RESISTOR 0R 63mW 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0313	3	1439054	0	0,063	RESISTOR 0R 63mW 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0311	3	1431825	10070	0,063	RESISTOR 10K 63mW 1% J402	Reima	No: filled	Ndk	
R0312	3	1431857	18070	0,063	RESISTOR 18K 63mW 1% J402	Reima	No: filled	Ndk	
R0313	3	1431738	15070	0,063	RESISTOR 15K 63mW 1% J402	Reima	No: filled	Ndk	
R0314	3	1432831	100000	0,063	RESISTOR 100K 63mW 1% 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0315	3	1431252	3500	0,063	RESISTOR 3.3K 63mW 1% C402	Reima	No: filled	Ndk	
R0315	3	1431825	10070	0,063	RESISTOR 10K 63mW 1% J402	Reima	No: filled	Ndk	
R0317	3	1432831	100000	0,063	RESISTOR 100K 63mW 1% 0402	Reima	No: filled	Ndk	
R0313	3	1432831	100000	0,063	RESISTOR 100K 63mW 1% 0402	Reima	No: filled	Ndk	

1

2

3

6

7

4

8

9

10

11

5

Hide columns  
B - G

Show columns  
B - G

Set the name of the designer in the box (MUST)

2.1.1 Chip resistors, Thick film  
2.1.2 Chip resistors

Fill in the following colored columns:  
General information  
Take the value from supplier's data sheet.  
Measure/Calculate the value  
Applicable only if units T(ref) > Ts  
From thermal simulation

Corrective Actions



APPENDIX 4

		T (ref) ≤ 70 °C			70 < T ≤ 108,5 °C				T > 108,5 °C																						
		U (V)	I (mA)	P (mW)	P der. Fact	P max	P actual	P (%)	Ok / Nok	Special T	Derating (n)	Max P(mw)	P actual	P (%)	Ok / Nok																
2.1.1 Chip resistors, Thick film	1	3	T (ref)	90	63	0,7	44,1	0	0	Open	90	1,145	21,19	0	0	Open															
			T max (°C)	125																											
			Ts (°C)	70																											
			Td (°C)	108,5																											
			No of 1C steps	38,5																											
			2.1.2 Chip resistors, thin film and melf resistors	2													3	T (ref)	90	63	0,7	44,1	0	0	Open	90	1,145	21,19	0	0	Open
																		T max (°C)	125												
																		Ts (°C)	70												
																		Td (°C)	108,5												
																		No of 1C steps	38,5												
																		2.1.3 Wirewound	7												
			T max (°C)	125																											
Ts (°C)	70																														
Td (°C)	108,5																														
No of 1C steps	38,5																														
	4	3	T (ref)	90	63	0,7	44,1	0	0	Open	90	1,145	21,19	0	0	Open															
			T max (°C)	125																											
			Ts (°C)	70																											
			Td (°C)	108,5																											
			No of 1C steps	38,5																											
				5													3	T (ref)	90	63	0,7	44,1	0	0	Open	90	1,145	21,19	0	0	Open
T max (°C)	125																														
Ts (°C)	70																														
Td (°C)	108,5																														
No of 1C steps	38,5																														
	6	3			T (ref)	90	63	0,7	44,1	0	0	Open	90	1,145	21,19	0		0	Open												
			T max (°C)	125																											
			Ts (°C)	70																											
			Td (°C)	108,5																											
			No of 1C steps	38,5																											

APPENDIX 5

	If max	If der. factor	If max accepted	If actual	OK/NOK	Vr max	Vr der. factor	Vr max accepted	Vr actual	OK/NOK	Tj max accepted	Tj actual	Tj	Rj-b/c	P d	Tj calculated	ON/NOK	
<b>Silicon general</b>																		
T (ref)			90 °C															
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok
	0.5	0.5	0	0	Open	0.7	0.7	0	0	Open	110		90	0	90	90	Open	Nok

**Silicon Rectifiers, Bridge**

**Silicon general**

1

Silicon general

3 →

3 →

4 →

5 →

3 →

2

2

2

PIN, Schottky, Varactor