

**TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Tietotekniikan koulutusohjelma**  
**Tietokonetekniikan suuntautumisvaihtoehto**

Kimmo Oikkonen

**ZUKEN CR-5000 BOARD DESIGNERIN EVALUOINTI**

Työn valvoja: Yliopettaja Kai Poutanen  
Työn ohjaaja: DI Mikko Aaltonen

<b>Tekijä:</b>	Kimmo Oikkonen
<b>Työn nimi:</b>	Zuken CR-5000 Board Designerin evaluointi
<b>Päivämäärä:</b>	19.4.2007
<b>Sivumäärä :</b>	29 sivua
<b>Hakusanat:</b>	Zuken, CR-5000, Board Designer, piirilevysuunnittelu
<b>Koulutusohjelma:</b>	Tietotekniikka
<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b>	Tietokonetekniikka
<b>Työn valvoja:</b>	Yliopettaja Kai Poutanen
<b>Työn ohjaaja:</b>	Stream Manager, HW, DI Mikko Aaltonen Elektrobit Oyj, Tampere
<p>Tässä työssä arvioidaan Zuken Board Designer -piirilevysuunnitteluohjelman soveltuvuutta vaatimaan tuotannolliseen monikerrospiirilevysuunnitteluun. Työ tehty on Elektrobit Oyj:lle ja ohjelmalle asetetut vaatimukset perustuivat yrityksen suunnitteluprosessiin. Arviointi on tehty vertailevasta näkökulmasta yrityksen käytössä olevaan Mentor Graphicsin Expedition PCB -ohjelmaan. Arvioinnissa on käyty suunnitteluprosessi läpi vaihe vaiheelta ja varmistettu, että toiminnot vaiheen toteuttamiseen ovat riittävät.</p> <p>Tutkitut vaiheet olivat karkeasti jaoteltuina suunnittelusäännöt, levyn asetukset ja mekaniikka, komponenttien luominen, simulointi, osasijoittelu, läpiviennit ja johdotus, levyn jakaminen, tasot, johtavat muodot, panelointi sekä tuotantodokumenttien luominen.</p> <p>Ohjelmissa ei esiintynyt eroja suunnittelun kannalta lisäarvoa tuovissa ominaisuuksissa. Molemmat ohjelmat olivat jollakin osa-alueella vahvoja ja toisella heikkoja. Board Designer osoittautui selvästi paremmaksi piirtoon ja grafiikkaan liittyviltä ominaisuuksiltaan. Board Designerissa oli hyvät mahdollisuudet työkalujen parametrien tallentamiseen niiden uudelleen käyttämiseksi. Board Designerissa oli myös mahdollista toteuttaa koko tuotantodokumenttien luominen skriptattuna Perlillä. Expedition vaikutti hieman paremmalta työkalulta johdotuksessa. Etenkin vedot, jotka eivät ole kovinkaan herkkiä reitin suhteen, ovat huomattavasti helpompia vetää Expeditionilla.</p>	

<b>Made by:</b>	Kimmo Oikkonen
<b>Name of thesis:</b>	Zuken CR-5000 Board Designer evaluation
<b>Date:</b>	19.4.2007
<b>Number of pages:</b>	29 pages
<b>Search words:</b>	Zuken, CR-5000, Board Designer, printed wiring board designing
<b>Education program:</b>	Computer Systems Engineering
<b>Specialisation:</b>	Embedded Systems
<b>Thesis supervisor:</b>	Senior Lecturer Kai Poutanen
<b>Thesis director:</b>	Stream Manager, HW, DI Mikko Aaltonen Elektrobit Oyj, Tampere
<p>This thesis evaluates the suitability of Board Designer software for demanding industrial multilayered printed wiring board designing. This thesis has been done for Elektrobit Ltd. and the demands for the software were based on the company's design process. The evaluation has been made from a comparative point of view with Expedition PCB from Mentor Graphics in use by the company. The design process was recreated phase by phase in the evaluation to verify that the functions for accomplishing the phase were adequate. Actual design work was not part of the evaluation.</p> <p>Roughly divided, the design process phases were design rules, board settings and mechanics, component creation, simulation, component placement, vias and routing, dividing the design, planes, conductive shapes, panelling, and producing manufacturing documents.</p> <p>There were no major differences between the two software's features that would significantly contribute to the design work. Both tools were stronger on some areas and weaker on others. Board Designer was clearly better with functions related to drawing and graphics. Board Designer had a good option to save parameters in tools for reuse. Scripting of the output of manufacturing documents by Perl was also possible with Board Designer. On the other hand, Expedition was the better tool for routing. Especially wires that weren't very sensitive about how they were routed were much easier to route with Expedition.</p>	

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Elektrobit Oyj:tä mahdollisuudesta tehdä tämä työ sekä kaikkia yrityksen työntekijöitä, jotka tavalla tai toisella osallistuivat projektiin ja olivat vaikuttamassa sen onnistumiseen.

Haluan myös kiittää Anna-Sofiaa kaikesta tuesta ja avusta tämän työn aikana.

Tampereella 19. huhtikuuta 2007.

---

Kimmo Oikonen

## TERMIT JA LYHENTEET

*Tuotantodokumentit* sisältävät levyn ja laitteen valmistukseen tarvittavat tiedostot ja ohjeet.

*Via* tarkoittaa kuparoitua läpivientä johtavalta kerrokselta toiselle.

*Pädillä* tarkoitetaan yleensä jonkin komponentin jalan kohdalle tulevaa kuviota. Pädi voi olla johtavalla kuparikerroksella tai esimerkiksi juotteenestopinnoitekerroksella.

*Padstack* on pädien muodostama pino. Jokaisen komponentin pinni piirilevyllä muodostuu padstakista, jossa on jokaisella tarvittavalla kerroksella pädi. Näitä kerroksia voivat olla esimerkiksi kuparikerros, juotteenestopinnoitekerros ja juotostahnamaskin kerros.

*Netillä* tarkoitetaan komponenttien pinnien välistä yhteyttä. Kun piirikaaviossa jotkin kaksi pinniä yhdistetään, syntyy niiden välille jonkinniminen netti. Nämä netit yhdistetään piirilevysuunnitteluohjelmassa kuparivedoilla.

*Netitön veto* tarkoittaa piirilevyille tehtyä kuparivetoa, joka ei tule miltään komponentilta eikä mene millekään komponentille.

*Cross probe* on toiminto, jolla voidaan piirikaavio-ohjelmasta valita jokin komponentti tai netti niin, että se tulee valituksi piirilevysuunnitteluohjelmassa ja päinvastoin.

*Build-up* on piirilevyn valmistusmenetelmä, jossa piirilevy kasataan kerros kerrokselta. Build-up voi myös tarkoittaa levyn fyysisen rakenteen ja kerrospaksuuksien määrittelyä.

*Catia* on pääasiassa mekaniikkasuunnitteluun käytetty suunnitteluohjelmisto [1].  
<http://www-306.ibm.com/software/applications/plm/catiav5/>

*DXF* on CAD tiedostoformaatti.

*IDF* on tiedostoformaatti mekaniikkasuunnitteluohjelman ja piirilevysuunnitteluohjelman väliseen tiedonvälitykseen.

*ODB++* on tiedostoformaatti mekaniikkasuunnitteluohjelman ja piirilevysuunnitteluohjelman väliseen tiedonvälitykseen. ODB++ on informaatioisisällöltään laajempi.

*CAM* tarkoittaa yleisesti tuotannossa käytettävää ohjelmistoa.

*IGES* on tiedostoformaatti CAD- ja CAM-järjestelmien väliseen tiedonvälitykseen.

*Blokillä* tarkoitetaan jotakin komponenttijoukkoa. Blokki voi olla toiminnallinen kokonaisuus jossakin laitteessa tai osa jotakin toimintoa. Blokki voi olla myös

erillinen valmiiksi suunniteltu komponentteja sisältävä kytkentä, joka voidaan tuoda osittain tai kokonaan valmiina piirilevyille.

*Referenssinumero* on tunnus, jolla jokainen komponentti yksilöidään. Yleinen käytäntö on nimetä komponentit tyypeittäin jollakin tietyllä kirjaimella ja juoksevalla numerolla.

*DRC* tarkoittaa piirilevyille suunnitteluvaiheessa tehtävää automatisoitua suunnittelusääntöjen tarkastusta.

*Keepoutilla* tarkoitetaan jotakin aluetta, jolle on estetty tiettyjen suunnittelulementtien, kuten johdotuksen tai komponentin sijoittaminen.

*Paneeli* on kehikko, joka sisältää useita piirilevyjä. Piirilevyt paneloidaan tuotantotehokkuuden lisäämiseksi, jotta esimerkiksi komponenttien koneellinen ladonta olisi pienillä piirilevyillä entistä tehokkaampaa tai lainkaan mahdollista.

*Differentiaalipari* on signaalipari, jonka johtimet ovat teoriassa toistensa vastakohtia. Signaaliparin paluuvirrat kumoavat toisensa, sillä ne ovat keskenään vastakkaisia. Differentiaaliparin johdot tulisi johdottaa mahdollisimman yhdenmukaisesti.

*Lämpöavaus* tehdään kuparialueeseen upotetun pinnin pädin ympärille. Lämpöavauksen tarkoituksena on estää juotettaessa lämmön karkaaminen kuparialueeseen.

*Hatching* on kuparitäyttöön tehtävä aukkokuviointi.

*Gerber-tiedosto* on yksi yleisimmistä piirilevyn tuotannossa käytettävistä tiedostoformaateista.

*Layout-geometria* sisältää komponentin kaikki piirilevysuunnitteluohjelmassa esiintyvät grafiikat.

*Sääntöalue* on alue, jonka sisällä piirilevyn suunnittelusäännöt poikkeavat muun levyn säännöistä.

*Teardrop* on kupariviiste, joka lisätään pädin ja vedon liitoskohtaan leveyseron loiventamiseksi. Teardrop vähentää suuritaajuisten signaalien takaisin heijastumista ja vähentää porausepätkä tarkkuudesta johtuvien valmistusvikojen mahdollisuutta.

*Annotointi* on suunnitelman tietojen siirtämistä piirikaavio-ohjelmasta piirilevysuunnitteluohjelmaan (forward annotation) tai piirilevysuunnitteluohjelmasta piirikaavio-ohjelmaan (back annotation).

SISÄLLYSLUETTELO:

1 JOHDANTO .....	1
2 EVALUOINTI .....	3
2.1 Suunnittelusäännöt, levyn asetukset ja mekaniikka .....	3
2.1.1 Suunnittelusäännöt ja niiden käytettävyys uudelleen .....	3
2.1.2 Kerrosasetukset .....	5
2.1.3 Mekaniikan tuonti ja vienti .....	5
2.1.4 Levyn ääriviivojen muokkaus suunnittelun aikana .....	6
2.2 Komponenttien luominen .....	7
2.2.1 Layout-geometrioiden luominen .....	7
2.2.2 Pinnien määrittäminen .....	7
2.2.3 Osan luominen .....	7
2.3 Piirilevyn simulointi .....	8
2.4 Osasijoittelu .....	8
2.4.1 Johdotettujen ja johdottomien osien ja blokkien liikuttelu .....	8
2.4.2 Referenssinumerot .....	9
2.4.3 Blokkien käyttö uudelleen .....	10
2.4.4 Välit, varoitukset ja estot .....	10
2.4.5 Cross probe .....	11
2.4.6 Piirilevyn sisäiset komponentit .....	12
2.5 Läpiviennit ja johdotus .....	12
2.5.1 Läpivientien asetukset .....	12
2.5.2 Sääntöalueet .....	13
2.5.3 Läpivientien teko johdotuksen aikana .....	13
2.5.4 Läpivientien ja johdotuksen työntäminen .....	14
2.5.5 Gloss .....	14
2.5.6 Läpivientien ja johdotusten kopiointi .....	15
2.5.7 Läpivientien asettaminen .....	15
2.5.8 Usean vedon johdottaminen .....	16
2.5.9 Vedon leveyden muuttaminen .....	16
2.5.10 Johdotuksen valinta .....	16
2.5.11 Differentiaaliparin johdotus .....	17
2.5.12 Bipolaariset ja ei-bipolaariset komponentit .....	17
2.5.13 Nettilinjojen suodatus .....	17
2.5.14 Johdotus DRC .....	17
2.6 Levyn jakaminen .....	18

2.7 Tasojen luominen .....	19
2.7.1 Lämpöavaukset.....	20
2.7.2 Hatching .....	20
2.8 Johtavat muodot .....	21
2.9 Panelointi .....	21
2.9.1 Paneelin luominen .....	21
2.9.2 Levyn tuominen paneeliin .....	21
2.9.3 Äärirajojen piirto ja yleinen grafiikka .....	22
2.9.4 Jyrsintä.....	22
2.9.5 Mitoitus .....	22
2.9.6 Tuotantosääntöjen tarkastus .....	23
2.10 Tuotantodokumenttien luominen .....	23
2.10.1 Kerrosten ja objektien valinta Gerber-tiedostoon .....	23
2.10.2 Tiedostojen nimeäminen .....	23
2.10.3 Porakoordinaatit, porakuvat ja porataulukot .....	24
2.10.4 Nettilistojen luominen .....	24
2.10.5 Ladontakoordinaattien luominen.....	24
2.10.6 ODB++ -ulosvienti .....	24
2.11 Ylimääräisiä ja puuttuvia ominaisuuksia .....	25
3 TEKNINEN TUKI.....	26
4 YHTEENVETO.....	26
4.1 Johdotus .....	27
4.2 Grafiikka .....	27
4.3 Käyttöliittymä .....	27
4.4 Säännöt ja DRC.....	27
4.5 Ominaisuudet .....	28
LÄHTEET .....	29



## 1 JOHDANTO

Tässä työssä on pyritty arvioimaan Board Designer -nimisen piirilevysuunnitteluohjelmiston soveltuvuutta vaativaan ja tuotannolliseen monikerrospiirilevysuunnitteluun. Työ on tehty Elektrobitt Oy -nimiselle yritykselle sen asettamien vaatimusten mukaisesti. Evaluointi on tehty vertailevasta näkökulmasta. Vertailu on tehty Mentor Graphicsin Expedition PCB 2005 SP1 -ohjelmaan. Kyseinen ohjelma oli evaluoinnin aikaan yrityksessä pääasiallinen suunnitteluohjelma.

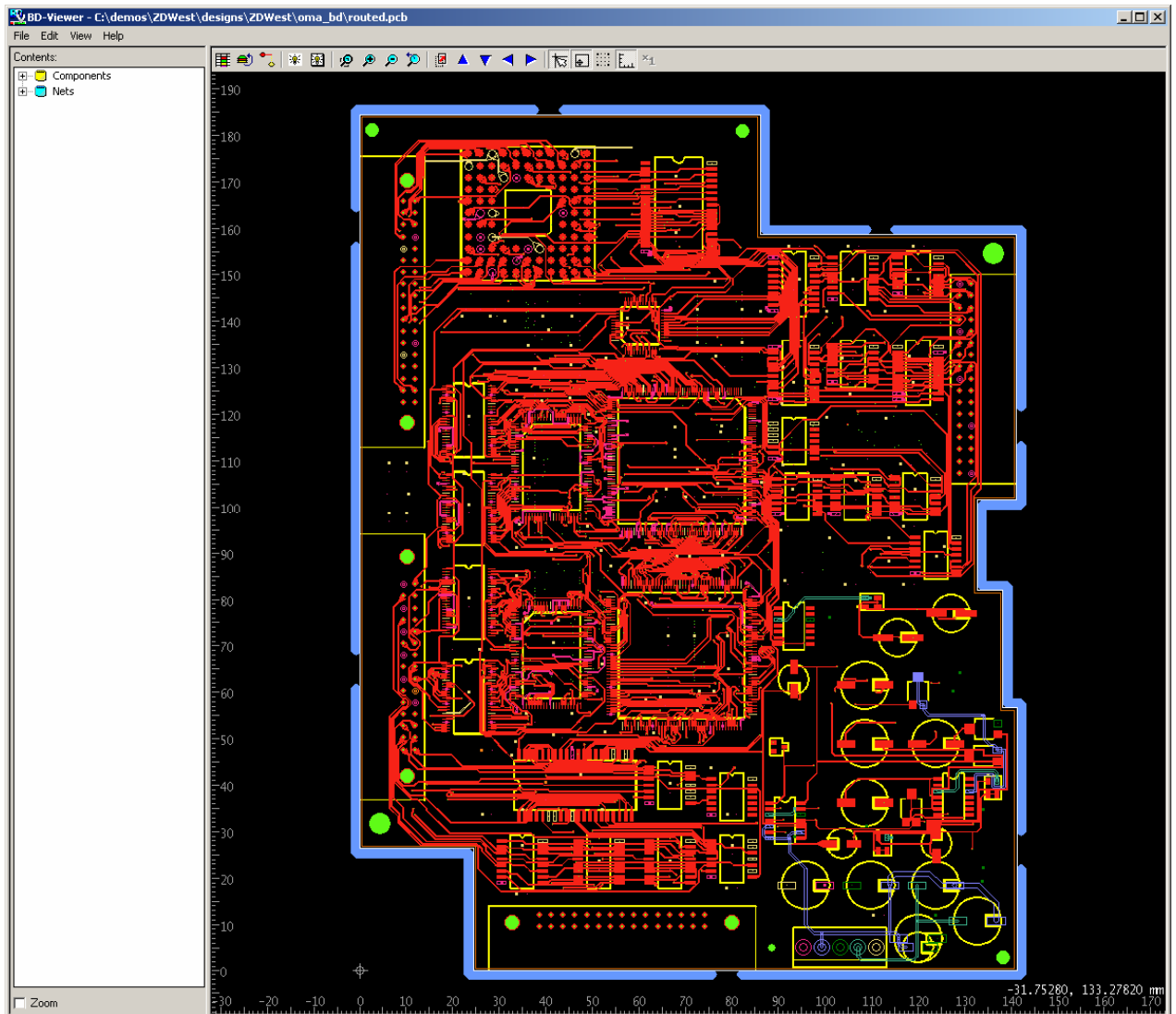
Työssä on pyritty varmistamaan, että Board Designer ohjelmisto sisältää yrityksessä käytetyn piirilevysuunnitteluprosessin ja suunniteltavien levyjen tuotannon vaatimat ominaisuudet ja toiminnot. Toisena päätavoitteena työssä on ollut kartoittaa Board Designerin tarjoamat lisäominaisuudet ja edut yrityksessä käytössä olevaan Expedition PCB -ohjelmistoon verrattuna. Testauksessa on käyty läpi suunnitteluprosessi vaihe vaiheelta ja pyritty varmistamaan, että vaadituista tehtävistä pystytään suoriutumaan. Varmistuksen lisäksi on pyritty kommentoimaan mahdollisia etuja ja haittoja verrattuna Expeditioniin. Ominaisuuksia ei ole testattu todellisessa suunnittelutyössä, joten jotkin ominaisuuksista voivat osoittautua hyödyllisiksi ja jotkin triviaaleiksi. Mielipiteet hyvien ja huonojen ominaisuuksien suhteen ovat subjektiivisia ja voivat vaihdella henkilökohtaisten mieltymysten mukaan.

Evaluoitava tuote on Zuken CR-5000 suite build 8.0:aan kuuluva Board Designer -piirilevysuunnitteluohjelma. Työkäluä valmistaa ja myy Zuken Ltd, <http://www.zuken.com>. Board Designer on saatavilla Windows-, Unix- ja Solaris-käyttöjärjestelmille. Board Designer on saatavilla Linuxille CR-5000 Revision 10:stä alkaen. Tämän julkaisu on suunniteltu heinä - syyskuulle 2007. Board Designer on suunniteltu toimiaan Red Hat Enterprise Linux 4:llä.

Zuken CR-5000 testattiin PC-koneella, jossa oli Windows XP SP2, Pentium 4 3GHz:n prosessori ja 1GB keskusmuistia.

Testaukseen käytettiin Zukenilta saatua demodesignia (kuva 1). Suunnitelmassa oli pintaliitoskomponentteja, jotka eivät tosin olleet jalkatiheydeltään yhtä tiheitä kuin yrityksessä yleensä käytetyt komponentit.

Asennus tehtiin evaluointia varten toimitetuilta asennuslevyiltä oletusasetuksin. CR-5000 käyttää FlexLM-ohjelmaa verkon yli tapahtuvaan lisensointiin. Asennetut clientit ottavat yhteyden asennuksen yhteydessä määrättyyn porttiin lisenssipalvelimella. Lisenssipalvelin voidaan myös myöhemmin määrätä Windowsissa Ympäristömuuttajat -> Järjestelmämuuttajat -> LM\_LICENSE\_FILE -muuttujassa. Jos palvelimia on monta, ne erotellaan puolipisteellä ”;” esim. “1111@server1 ; 2222@server2”.



Kuva 1 Top-puoli evaluoinnissa käytetystä designistä [1]

Käyttäjämuuttujiin täytyy lisätä CR5\_PROJECT\_ROOT -muuttuja, joka osoittaa resurssitiedostoihin. Esimerkiksi oletusasennuksessa käytettäessä ohjelman mukana tulevia malli designejä muuttujan tulisi olla “C:\cr5000\data\BDsample\RSC\eng”. Resurssitiedostot määrittävät työkalulle tiettyjä asetuksia, kuten kirjastojen sijainnin, kumoa-komentojen lukumäärän ja työkalujen oletusasetukset Board Designerissa. Project root -muuttujaa voidaan käyttää esimerkiksi eri asiakkaiden vaatimien erilaisten asetusten vaihtamiseen.

”HOME” -muuttuja on määriteltävä jokaiseen asennukseen. Tätä kansiota käytetään joidenkin väliaikaisten tiedostojen ja lokien tallentamiseen. Polku voi olla esimerkiksi “C:\cr5000\home”. HOME-muuttuja voidaan määrittellä sekä järjestelmämuuttujissa että käyttäjämuuttujissa. Käyttäjämuuttuja on järjestelmämuuttujaa ylempiarvoinen.

CR-5000:tta ei voi asentaa mihinkään hakemistoon, jonka polussa on välilyöntejä. Sama sääntö pätee Unix-ohjelmissa. Mikäli polussa esiintyy välilyöntejä, ohjelma ei toimi ja vika voidaan korjata vain ohjelman asentamisella uudelleen.

Samoja kirjasto- ja designtiedostoja voidaan käyttää Windows-, Unix- ja Linux-koneilla. Cross probe -toiminto tosin vaatii samalla koneella ja samalla käyttöjärjestelmällä pyörivän piirikaavio-ohjelman.

## 2 EVALUOINTI

Tässä kappaleessa on pyritty käymään läpi piirilevysuunnitteluprosessi mahdollisimman todenmukaisesti. Vaiheita ja ominaisuuksia on niiden olemassaolon varmistamisen lisäksi pyritty kommentoimaan ja jossain määrin selittämään niiden toteutusta entistä paremman kuvan muodostamiseksi niiden toiminnallisuudesta.

### 2.1 Suunnittelusäännöt, levyn asetukset ja mekaniikka

Suunnittelusäännöissä perusvaatimuksena Board Designerilla tuli pystyä toteuttamaan samat säännöt kuin Expeditionilla. Ohjelmissa oli kuitenkin niin erilaiset näkökulmat suunnittelusääntöihin, että suora vertailu ei ollut mahdollista. Board Designerissa pyritään yhdenmukaiseen, jossain määrin rajoittavaan säännöstöön, kun taas Expeditionissa säännöstö on Board Designeria paremmin muokattavissa suunnittelutarpeiden mukaan.

#### 2.1.1 Suunnittelusäännöt ja niiden käytettävyys uudelleen

Board Designerissa on hyvin laajat ja yksityiskohtaiset mahdollisuudet sääntöjen asettamiselle. Jotta nämä olisivat tehokkaita ja käytännöllisiä, on säännöstöt nimettävä niin, että niiden tarkoitus on helposti tunnistettavissa ja oikea säännöstö voidaan valita helposti. Tämä vaatisi yrityksen laajuisen standardin sääntöjen käyttämiseen ja nimeämiseen. Keskitetystä kirjastosta ladattavat suunnittelusäännöt takaavat, että jokainen design aloitetaan ja viedään läpi valideilla säännöillä. Tämä rajoittaa suunnitteluprosessin joustavuutta, mutta jos kirjastotoimintoa ei käytetä keskitetysti määräämään suunnittelurajoitteita, jokaisella suunnittelijalla on omat säännöstönsä ja virheitä voi syntyä.

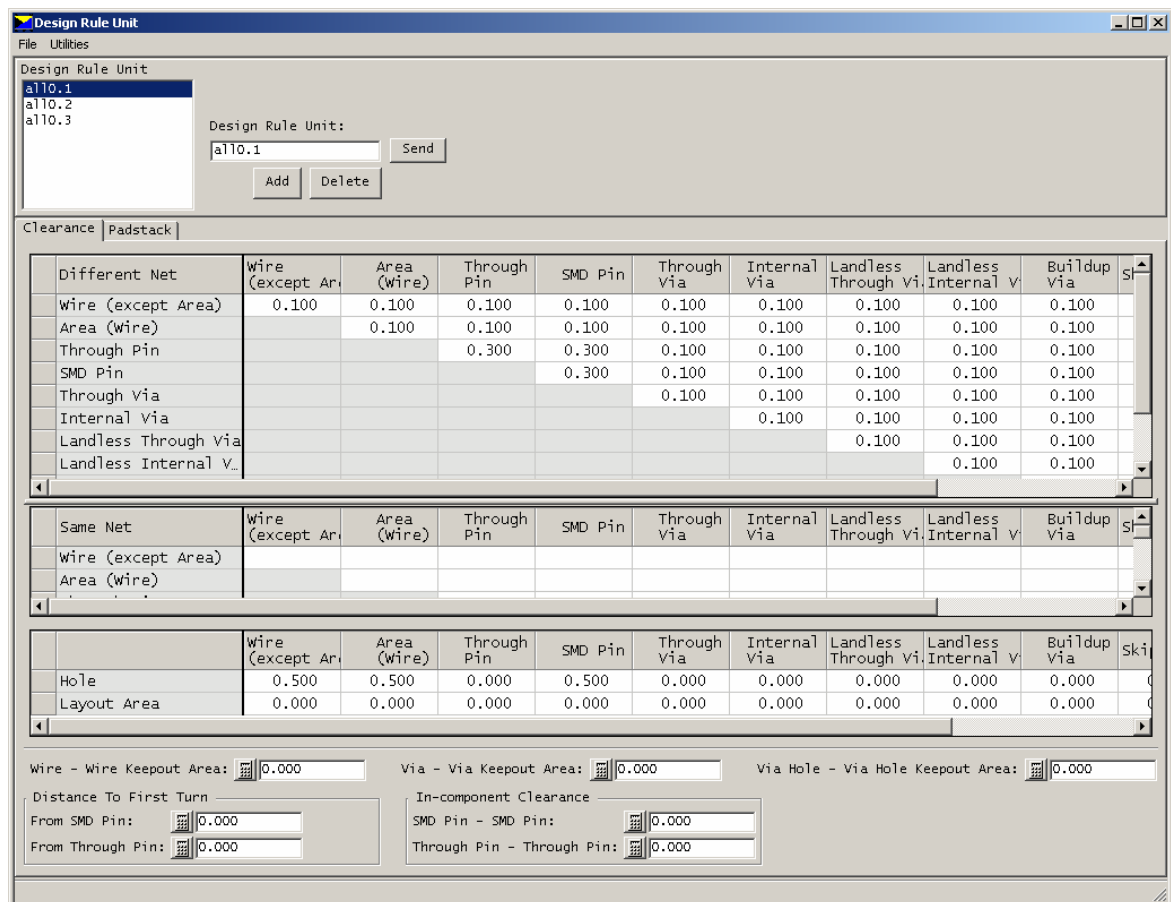
Yhtenä vaihtoehtona ovat paikalliset sääntökirjastot, joihin jokainen suunnittelija voi ladata sääntöjä keskuskirjastosta. Kuten juuri mainittiin, tämä voi jättää tilaa virheille, ja lisäksi se saattaa tehdä skriptatun tuotantodokumenttien luomisen mahdottomaksi.

Design Rule eli suunnittelusäännöstö koostuu muun muassa Technologysta, Design Rule Stackista ja Wiring Width Stackista. Näiden lisäksi on vielä muita asetuksia, kuten designissa sallitut via-kombinaatiot.

Technology määrittelee piirilevyn johtavat kerrokset ja muut designissa käytettävissä olevat kerrokset.

Design Rule Stackissa voidaan määrätä erillinen Design Rule Unit jokaiselle kerrokselle. Näin muodostuu sääntöpino. Tämä voi olla käytännöllinen esimerkiksi käyttöjännitekerrosten kohdalla, jolloin varmistetaan riittävät avaukset kerroksen läpi menevien viojen ympärillä.

Design Rule Unit (kuva 2) sisältää asetukset vetojen, alueiden, pädien ja viojen väleille. Nämä asetukset täytyy määrittää erikseen saman netin ja eri nettien välille. Mikäli käytetään samoja arvoja, ne voidaan helposti kopioida. Padstackien välit voidaan määrittää jokaisen kahden padstackin kesken. Pinnien, vetojen ja viojen välit voidaan asettaa erikseen jokaiseen padstackiin nähden.



Kuva 2 Design Rule Unit -asetukset

Kaikki luodut pinot Design Rulesissa näkyvät ainoastaan kyseisessä Design Rulesissa. Asetuksia voidaan kuitenkin ladata toisista Design Rulesista. Tämä tulee tehdä varoen, jottei sääntöjä tule vahingossa ylikirjoitetuksi.

Sen jälkeen, kun design ja Design Rule on kytketty toisiinsa levyn generoinnissa, voidaan jokaiselle netille määrätä oma Design Rule Stack ja Wiring Width Stack Net Objects -ikkunasta. Jokaiselle netille voidaan määrätä myös muita asetuksia, kuten maksimipituus ja minimipituus. Netille voidaan määrätä myös impedanssiin ja viiveisiin liittyviä asetuksia.

Suunnittelusäännöstö määrätään kirjastosta levyn generoinnin yhteydessä. Tämä pakottaa suunnittelun alkamaan oikeilla säännöillä ja rajoituksilla. Sääntöjä voidaan muokata paikallisesti ja muutokset tallentuvat .rul-tiedostoon, joka muodostaa levyn yhdessä .pcb-tiedoston kanssa. Paikallista Design Rulea voidaan verrata kirjastossa olevan Master Design Rulen kanssa erillisellä työkalulla Design Rule Editorissa. Asetukset voidaan ladata uudestaan kirjastosta tai jostain toisesta Design Rulesta.

Kun suunnittelusääntöön tehdään muutoksia, tulee muistaa, että yksittäiset netit saattavat käyttää kyseistä sääntöä. Jos sääntöjä ladataan kirjastosta ja näillä säännöillä ja pinoilla on samoja nimiä kuin paikallisilla, tulevat paikalliset säännöt ylikirjoitetuiksi, vaikka latauksessa käytettäisiin Merge-optiota. Merge jättää jäljelle ainoastaan ne paikalliset säännöt ja pinot, jotka ovat erinimisiä kuin ladattavat säännöt ja pinot. Paikallisten muutosten tekemistä tulisi välttää, sillä ne voivat tulla huomaamatta ylikirjoitetuiksi.

Sääntöominaisuudet voivat oikein käyttöönotettuina olla hyvin käytännöllisiä ja tehdä suunnitelmapohjat tarpeettomiksi. Keskitetysti hallinnoidut säännöt varmistavat, että eri vaatimuksia omaavat projektit aloitetaan oikeilla säännöillä joka kerta.

### 2.1.2 Kerrosasetukset

Johtavat ja ei-johtavat kerrokset määritellään Technology-asetuksissa. Nämä asetukset ladataan kirjastosta, eikä niitä voi muokata paikallisesti, ellei koko kirjasto ole paikallinen.

Tämän haittapuolena on se, ettei suunnittelija voi luoda väliaikaisia tai ylimääräisiä kerroksia tarpeen mukaan. Poikkeuksena tästä on DXF-tiedostojen tuonti, mutta sen yhteydessä luodut tasot tuhoutuvat, mikäli designissa käytettyä Technologya joudutaan päivittämään. Jos kerroksia lisätään tai Technologya muutoin muokataan, täytyy se päivittää designiin erillisellä päivitystyökalulla.

Technologyjen etuna on, että designiin ei kerry eri suunnittelijoiden eri vaiheissa lisäämiä kerroksia, mutta mikä tärkeintä, kun dokumentoitavat asiat ovat standardikerroksilla, voidaan dokumentointi tehdä scriptien avulla. Tämä vähentää oleellisesti dokumentointiin käytettyä aikaa suunnittelun loppupuolella, jolloin aikataulu on yleensä muutenkin kireä.

Board Designerissa jokaisella kerroksella on parina erillinen dokumentointikerros.

### 2.1.3 Mekaniikan tuonti ja vienti

Sekä Expedition että Board Designer molemmat vaativat desimaalipilkkujen muuttamisen pisteiksi, kun ajetaan tiedostoja sisään Catiasta. Board Designer ymmärtää ainoastaan version kolme tuonteja Catiasta. Expedition sen sijaan hyväksyy versiot kaksi ja kolme.

Komponenttien korkeusrajoitusalueet voidaan luoda ja viedä Catiassa IDF-tiedostoissa ja molemmat työkalut ymmärtävät nämä rajoitukset.

IDF-tiedostojen vienti toimii Board Designerissa hyvin, ja Catia lukee ne ilman ongelmia. Expeditionin luomista IDF-tiedostoista Catia antaa joitakin varoituksia, mutta niillä ei ole vaikutusta toimintaan. Board Designer pystyy tuottamaan version kaksi ja kolme IDF-tiedostoa, mutta on todennäköisesti viisainta käyttää uusinta versiota.

IDF-tiedostojen tuonti onnistuu yhtä helposti molemmilla työkaluilla. Kun levyn äärirajat sisältävä IDF-tiedosto tuodaan, häviävät vanhat rajat. IDF-tiedostossa voi olla reikiä ääriajakkerroksella, mutta Board Designerissa ne on siirrettävä jollekin toiselle kerrokselle, ennen kuin muita alueita voidaan määrittää.

Tuettuja ja testattuja DXF-versioita Board Designerissa ovat versiot 12 ja 14.

DXF-tiedostojen tuonti toimii molemmissa ohjelmissa samalla tavoin. Board Designer vaikutti hieman herkemältä pienten virheiden suhteen tiedostossa. Ohjelma voi ilmoittaa tuonnin onnistuneen, vaikka mitään grafiikkaa ei tule näkyviin. Mikäli näin tapahtuu, tilanne voi korjaantua aukaisemalla DXF-tiedosto esimerkiksi CAM-ohjelmassa ja viemällä se uudestaan.

DXF-tiedostoa tuodessa molemmat työkalut sallivat uuden kerroksen luomisen. Board Designerissa on tosin suositeltavaa käyttää olemassa olevia kerroksia tai luoda uusia ainoastaan väliaikaisena toimenpiteenä. Kun Board Designerissa ajetaan Technology-päivitys, Technologyssa määrittelemättömät kerrokset, kuten DXF tuonnin yhteydessä luodut kerrokset, tuhoutuvat.

Mikäli DXF-tiedostoa halutaan käyttää ääri rajojen tuontiin, on viivasegmentteinä oleva kuva ensin yhdistettävä Merge-komennolla ja sen jälkeen muutettava alueeksi. Vasta tämän jälkeen kuva voidaan siirtää PC Board Shape -kerrokselle.

Board Designer pystyy viemään ja tuomaan IGES-formaattiin käyttämällä erillistä PCB-CAD interface -moduulia.

#### 2.1.4 Levyn ääri viivojen muokkaus suunnittelun aikana

Levyn ääri rajoja voidaan muokata Board Designerissa PC Board Shape Editor -työkalulla. Board Designerissa on todella hyvät piirrostyökalut, joten ääri rajoja on todella helppo muokata manuaalisesti, mikäli tarpeellista. Yksinkertaisin tapa tehdä muutokset lienee muutosten piirtäminen ensin omaksi kuvaksi ja käyttää tämän jälkeen Merge- tai Subtract-komentoja. Layout Area on helppo luoda käyttämällä Offset-komentoa.

## 2.2 Komponenttien luominen

Kappaleessa kuvatut toiminnot on arvioitu Zukenin pitämän peruskoulutuksen ja siellä tehtyjen harjoitusten perusteella. Toimintoja ei testattu ja verifioitu enää evaluointiprosessin aikana.

### 2.2.1 Layout-geometrioiden luominen

Layout-geometrioiden luominen on Board Designerissa melko yksinkertaista ainakin peruskomponenteille, kuten esimerkiksi SOIC:lle ja BGA:lle. Pädejä voidaan luoda määräämällä muoto ja syöttämällä halutut mitat. Pädejä voidaan luoda myös piirtämällä haluttu muoto. Myös padstackien luominen on melko helppoa. Pädejä voidaan määrätä halutuille kerroksille listasta. Footprint Editorin käyttö on yksinkertaista. Parametric Registration -ikkunassa padstackit voidaan valita listasta. Pädit voidaan asettaa automaattisesti valitsemalla komponenttityyppi ja syöttämällä halutut mitat. Joitakin ääriarvoja, kuten silkkipaino, voidaan määrittää syöttämällä oikeat mitat Parametric Registration -ikkunassa.

User-added-kerrokset voidaan määrittää layout-geometrioihin ja layoutiin. User-added-kerrokset tulevat myös oikealle puolelle levyä. Jos esimerkiksi ”Cover Coating” User-added -kerrokselle luodaan pädi, se siirtyy oikealle kerrokselle, kun komponentti siirretään levyn toiselle puolelle.

Package Editorilla luodaan komponenttipaketteja. Yhdessä paketissa voi olla oletus-Footprint ja useita vaihtoehtoisia Footprintteja. Myös versio- ja historiatiedot näkyvät Package Editorista.

### 2.2.2 Pinnien määrittäminen

Function Editorilla voidaan luoda sisäisiä portteja. Näitä portteja tai funktioita käytetään komponentin pinnejä määrittäessä. Kun luodaan osa, jolla on ainoastaan yksi symboli, funktioita ei tarvita. Pinnien määrittäminen tehdään Pin Assignment Editorilla, jossa määrätään piirikaaviosymboli, pinnien nimet ja numerot sekä mahdolliset porttitiedot. Pinnimäärittäystä käytetään osaa luotaessa.

### 2.2.3 Osan luominen

Part Editor yhdistää Part Nimen tiettyyn pakettiin ja tiettyyn pinnimäärittäykseen. Osalle määrätään myös esimerkiksi arvo ja toleranssi Part Editorissa. Osan Part Approval Status ja historiatiedot näkyvät Part Editorissa.

## 2.3 Piirilevyn simulointi

Board Designerissa on saatavilla erillinen moduuli, jonka avulla voi viedä levyn Mentor Graphicsin ICX -simulaattoriin. Moduulilla voidaan myös tuoda ICX:stä Board Designeriin. Käännös onnistuttiin tekemään vasta myöhään evaluointiprosessissa käyttäjästä johtuneista syistä. Käännöksen jälkeen syntyi lisenssivirhe, jota luultiin moduulin antamaksi. Virhe osoittautui kuitenkin Mentoringin lisenssivirheeksi, sillä käännösmoduuli yritti käynnistää ICX:ää. Tämän selvittyä tehtiin käännös ICX:ään. ICX:ssä havaittiin kuitenkin, että yhdessä käännettyistä designeista puuttuivat pädit joistakin komponenteista ja toisessa puuttuivat pädit kaikista komponenteista. Asia oli Zukenin tutkittavana evaluoinnin päättyessä.

Zuken on myynyt ICX:ää omien tuotteiden ohella ja myy sitä edelleen Japanissa, joten yhtiöltä löytyy aiempaa kokemusta ICX-käännöksestä. Zukenin mukaan Mentor Graphics on kuitenkin viime aikoina tiukentanut avointen ovien linjaansa käännöksen suhteen, joten tietoa asiasta on nykyään entistä vaikeampi saada.

Board Designerissa on erillisenä moduulina BD/ANF interface -liittymä Ansoftin simulaatio-ohjelmille. Liittymä toimii Turbo Package Analyzer- (Ver.4.0 tai uudempi), Spicelink- ja HFSS-ohjelmilla.

Zukenilla on myös oma CR-5000 Lightning -simulaatio-ohjelmisto. Lisätietoja ohjelmistosta löytyy Zukenin Internet-sivustolta.

## 2.4 Osasijoittelu

Board Designerissa on ominaisuus, joka sallii komponenttien sijoittelun hakemisen piirikaavioista. Tämä voi olla käytännöllistä analogisten ketjujen, kuten RF-linjojen asettelussa, joissa komponentit sijoittuvat järjestyksessä perättäin. Komponenttien suhteelliset etäisyydet tulevat suoraan piirikaaviosta, joten muutoksia osasijoitteluun joudutaan tekemään. Tämä voitaisiin ottaa huomioon piirikaaviota tehtäessä. Komponenttien orientaatio ei kuitenkaan kopioidu piirikaaviosta, joten yhteyksien hahmottaminen on hieman vaikeampaa. Orientaatiolla ei kuitenkaan ole kovin suurta merkitystä, sillä muutoksia sijoitteluun joudutaan tekemään joka tapauksessa.

### 2.4.1 Johdotettujen ja johdottomien osien ja blokkien liikuttelu

Kun Board Designerissa siirretään komponentteja ryhmänä toiselle puolelle levyä, voidaan yksinkertaisesti vain vaihtaa puolta, jolloin komponentit pysyvät samoissa koordinaateissa. Tämä peilaa komponentit ja jättää niiden pinnit osoittamaan vastakkaisiin suuntiin. Tämä ei yleensä ole haluttu lopputulos, joten vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Relative Reverse -komentoa. Tämä komento peilaa koko ryhmän niin, että komponenttien pinnien välinen asettelu pysyy samana.



Jotta johdotus säilyisi komponenttiryhmiä siirrettäessä, täytyy Board Designerissa valita Move Block -komento. Tämä komento sallii komponenttien, vetojen ja viojen valitsemisen ja siirtämisen toiseen paikkaan. Mikäli uudessa paikassa on ennestään olemassa olevia vetoja, DRC korostaa virhekohdat, mutta ei estä siirtoa. Tätä voidaan pitää hyvänä asiana, sillä Expeditionissa siirtoa ei voida tehdä lainkaan, jos uudessa paikassa on yksikin päällekkäinen veto tai komponentti. Tilan tekeminen hiemankin monimutkaisemmalle ryhmälle voi olla lähes mahdotonta, jos ei tilaa tehtäessä nähdä, mitä tarvitsee poistaa. Molemmissa ohjelmissa valittu ryhmä voidaan siirtää toiselle puolelle levyä, jolloin myös vetokerrokset peilautuvat. Board Designer sallii myös uusien kerrosten määräämisen siirrettäessä ryhmä toiselle puolelle levyä. Board Designerissa valinta-alueen sisältä lähtevät vedot voidaan jättää pois siirrosta, leikata alueen reunoilta tai venyttää siirron mukana. Vetojen venyttäminen tapahtuu vapaassa kulmassa.

Mikäli Board Designerissa valinnassa käytetään leikkausasetusta, kaikki alueen läpi kulkevat valittuihin komponentteihin liittymättömät vedot siirtyvät myös. Valinta voidaan rajoittaa näkyvissä oleviin kerroksiin, mutta tämä voi jättää haluttuja vetoja pois valinnasta. Expeditionissa on jokseenkin paremmat suodatusmahdollisuudet valittavien kohteiden suhteen.

Vetojen venyttäminen Board Designerissa ei ole kovinkaan suositeltavaa, ellei kyseessä ole hyvin lyhyt siirto. Venyttäminen tapahtuu vapaassa kulmassa, mikä voi johtaa liian jyrkkiin kulmiin. Expeditionissa vetojen uudelleen yhdistyminen siirron jälkeen toimii paremmin. Tämä hyöty tosin kadotetaan monimutkaisissa siirroissa, kun ryhmän asettaminen johdotetulle alueelle tulee ongelmaksi.

Board Designeria voidaan pitää hieman parempana ryhmien siirrossa, sillä Expedition estää varsinaisen siirron, mikäli jotain päällekkäisyyksiä syntyy. Board Designer antaa mahdollisuuden korjata mahdolliset virheet siirron jälkeen.

Molemmat työkalut sallivat komponenttien siirron ilman hiirtä. Tämä on hieman käytännöllisempää Expeditionissa, sillä siirto tehdään yksinkertaisesti valitsemalla komponentti ja painamalla nuolinäppäimiä. Board Designerissa siirron suuruus on syötettävä x- ja y-akselille. Vaikka siirto voidaan toistaa helposti, suunnan muuttuessa on arvot syötettävä uudestaan. Tosin joidenkin tietojen mukaan Board Designerissa komponenttien siirto nuolilla olisi mahdollista oikeilla ympäristömuuttujilla.

#### 2.4.2 Referenssinumerot

Board Designerissa referenssimerkinnät saadaan näkyviin kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on asettaa ne näkymään View-valikon kautta. Tällöin referenssit näkyvät peilaamattomina nollan asteen kulmassa. Referenssit voi asettaa näkymään molemmilla puolilla levyä tai vain toisella. Referenssit skaalautuvat zoomauksen mukaan niin, että teksti pysyy samankokoisena. Läheltä katsottuna tämä vähentää sekavuutta ruudulla. Ulos-zoomattuna referenssit tosin sotkeutuvat muuhun grafiikkaan ja peittävät pienet komponentit.

Toinen tapa saada referenssimerkinnät näkyviin on generoida referenssit jokaiselle komponentille Symbol Mark Generatorilla. Tämä toimenpide on tehtävä joka tapauksessa tuotantodokumentteja varten. Generaattori antaa määrätä, mille tasolle referenssit luodaan. Peilaus, koko ja orientaatio voidaan määrittää myös, mikäli niin halutaan. Suunnitteluvaiheessa voidaan pohjapuolen referenssit generoida peilaamattomina ja kun suunnittelun kannalta niitä ei enää tarvita, voidaan ne generoida uudestaan peilattuina dokumentointia varten. Generoinnin jälkeen referenssitekstejä voi liikutella vapaasti.

On erittäin suositeltavaa generoida referenssit eri tasolle kuin komponenttisyöbolit. Mikäli nämä ovat samalla kerroksella, referenssejä ei voi asettaa pois näkyvistä ilman, että komponenttisyöbolit häviäisivät näkyvistä.

#### 2.4.3 Blokkien käyttö uudelleen

Blokkeja voidaan kopioida Board Designerissa suunnitelmasta toiseen käyttämällä Divide-komentoa. Kopioitava blokki valitaan ja jaetaan erilliseksi levyksi. Jakoa tehtäessä voidaan valita, halutaanko jako tehdä kopioimalla vai leikkaamalla. Jakamalla syntynyt erillinen levy voidaan ladata kohdesuunnitelmaan. Kerrokset voidaan määrätä halutuille kohdekerroksille ladattaessa blokkia uuteen suunnitelmaan. Kun lataus on tehty, blokki voidaan siirtää haluttuun kohtaan.

Expeditionissa kopiointi on hieman helpompaa, sillä blokki voidaan kopioida ohjelman omalle leikepöydälle ja sieltä se voidaan liittää kohdesuunnitelmaan. Valinnan siirtäminen toiselle puolelle levyä tosin peilaa ainoastaan komponentit niiden alkuperäisillä paikoilla, jolloin komponenttien pinnit ovat väärin suuntiin ja lopputulos on käyttökelvoton, koska johdotus menetetään. Referenssien ei tarvitse olla samoja lähteessä ja kohteessa. Komponentteja voidaan myös jättää kopioimatta, jos niin halutaan.

Symmetristen blokkien kopioinnissa molemmilla työkaluilla on samat johdotettujen ryhmien kopioinnissa mainitut ongelmat. Board Designerissa on etuna se, että se ehdottaa samanlaisten komponenttien referenssejä. Expeditionissa jokainen komponentti on valittava alavetovalikosta. Jos Board Designerin käyttämä logiikka referenssien ehdottamisessa otetaan huomioon piirikaaviossa, kopiointitaulukkoon ei tarvitse tehdä mitään muutoksia.

#### 2.4.4 Välit, varoitukset ja estot

Board Designerissa on Online DRC -niminen toiminto, joka voidaan asettaa päälle ja pois päältä yhdellä klikkauksella. Online DRC:n ollessa päällä, se estää komponenttien asettamisen päällekkäin tai millään tapaa suunnittelusääntöjen vastaisesti. Rikkomuksen tyyppi ja paikka ruudulla näkyvät selvästi juuri rikkomuksen kohdalla. Nämä ilmoitukset voivat tosin muuttua sekaviksi, mikäli usea rikkomus on samassa kohdassa, tai kun kuvaa loitonnetaan riittävästi. Expeditionissa rikkomuksen tapahtuessa koko komponentti korostetaan, jolloin

rikkomuksen kohta voi jäädä epäselväksi. Expeditionissa on myös ollut ongelmia komponenttivälien kanssa, jos komponentit ovat kulmittain. Board Designer vaikuttaisi huomaavan nämä rikkomukset ilman ongelmia.

Board Designerissa Online DRC ei estä komponenttien asettamista niin, että niiden pädit ovat päällekkäin. Tästä syntynyt virhe kuitenkin näkyy ruudulla. DRC ei toimi millään tapaa suunnittelualan ulkopuolella. Tämä voi olla eduksi suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin komponentteja kootaan ryhmiin levyn ulkopuolelle.

Yksittäisille komponenteille ei voi asettaa omia etäisyysrajoituksia Board Designerissa. Yksittäisille padstack-tyypeille, komponenttien pinnien padstackit mukaan luettuna, voidaan asettaa omat säännöt Design Rulesissa. Komponentille voidaan myös määrätä Package Libraryssa DRC-ryhmä, esimerkiksi kiteet. Tälle ryhmälle voidaan sitten asettaa omat sääntönsä.

Expeditionissa on erikseen asetus pädeihin sallittaville vioille. Board Designerissa tällaista erillistä asetusta ei ole. Sama lopputulos saadaan kuitenkin poistamalla komponentin padstackeilta etäisyysrajoitus pädin sisään haluttavaan viaan ja asettamalla jokin etäisyysrajoitus muihin vioihin. Tämä onnistuu melko helposti, sillä yhden padstackin välit muihin padstackeihin voidaan asettaa kerralla.

Korkeusrajoitusalueet voidaan piirtää Board Designerissa minkä muotoisina tahansa molemmille puolille levyä ja Online DRC näyttää niiden rikkomisen ruudulla.

Keepout-alueet voidaan Board Designerissa määrittää vedoille, vedoille ja vioille, sijoittelulle sekä rei'ille. Keepout-kerrokset ja niihin liittyvät johtavat kerrokset määritetään Technologyssa. Keepout-alueet piirretään valitulle Keepout-kerrokselle normaalin alueen tapaan. Suositeltavia asetuksia jokaiselle Keepoutille voisi olla esimerkiksi Keepout top, Keepout bottom ja Keepout inner.

#### 2.4.5 Cross probe

Board Designerissa cross probe toimii klikkaamalla kahdesti komponenttia piirikaaviossa. Kun piirikaaviosta valitaan jotain, täytyy Board Designerissa olla siirtokomento tai jokin muu komponentin valintaa vaativa komento aktiivisena. Mikäli Select Only -optio ei ole valittuna siirtokomentoa käytettäessä, Board Designerissa valittu komponentti liikkuu cursorin mukana. Jos piirikaaviosta valitaan useita komponentteja, täytyy valinta ”lähettää” erillisestä valikosta. Mikäli Board Designerista valitaan jotain, täytyy se aina ”lähettää” piirikaavioon erillisen valikon kautta. Tämä on hieman hitaampaa, mutta toisaalta sillä vältetään Expeditionissa esiintyvä kaikkien piirikaaviosivujen läpikäynti, jos esimerkiksi maanetti on ollut valittuna jossain vaiheessa.

Jotta cross probe toimisi Board Designerissa, niin sekä Board Designerin että piirikaavio-ohjelman on pyörittävä samalla käyttöjärjestelmällä ja samalla koneella.

#### 2.4.6 Piirilevyn sisäiset komponentit

Molemmat ohjelmistot tukevat piirilevyn sisäisiä komponentteja. Board Designerilla tähän tarvitaan erillinen Embedded Component Design moduuli. Näitä ominaisuuksia ei testattu tässä evaluoinnissa.

### 2.5 Läpiviennit ja johdotus

Johdotuksen toimivuuden testauksessa olisi todellinen suunnittelu työ erityisen tarpeellista todellisen käytettävyyden toteamiseen. Testauksessa pyrittiin kuitenkin luomaan mahdollisimman todenmukaisia tilanteita esimerkiksi ahtaamalla vetoja kapeisiin välikköihin.

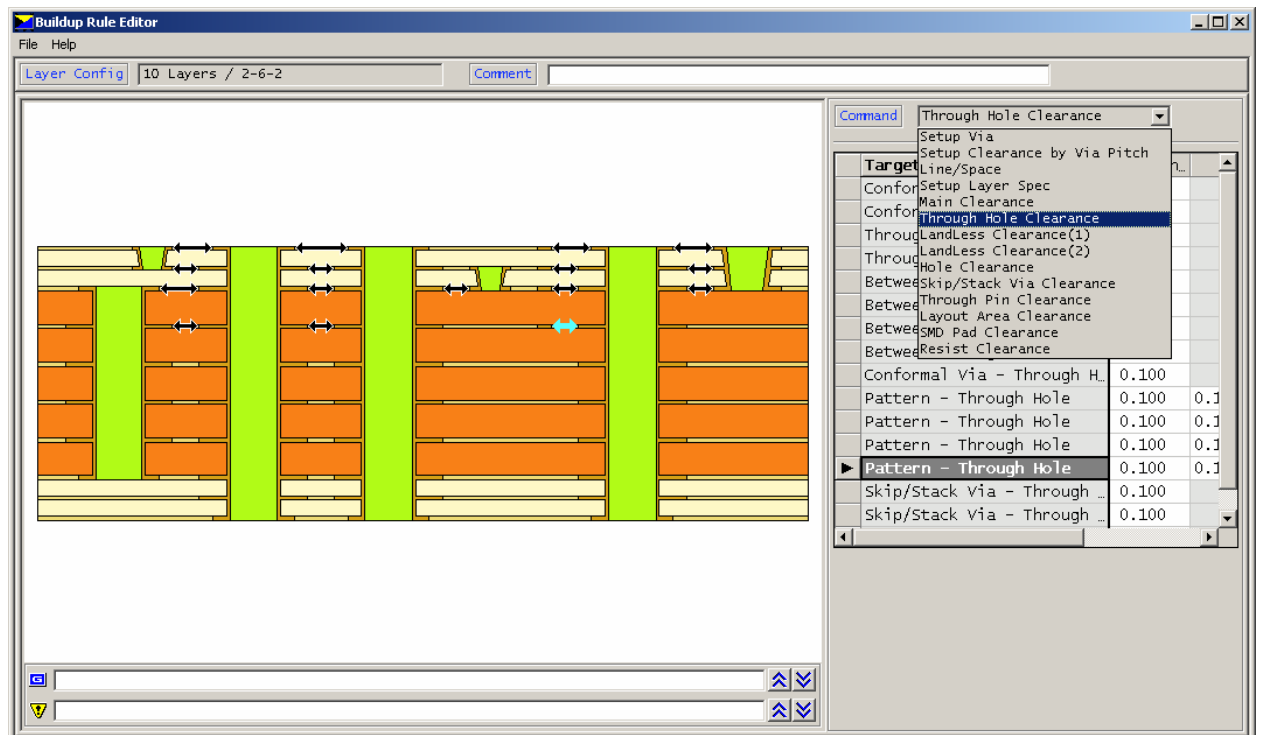
#### 2.5.1 Läpivientien asetukset

Board Designerissa on hyvin monipuoliset asetusmahdollisuudet build-up-vioille. Monipuolisuus voi tosin johtaa myös epäselvyyksiin. Zuken tarjoaa Build-up Rule Editor -nimistä työkalua erityisesti build-up -viejien ja sääntöjen määrittämiseksi. Build-up Rule Editor on työkalu, joka näyttää graafisesti, mitä sääntöä kullakin hetkellä ollaan editoimassa. Graafisesta esityksestä voi myös valita haluamansa säännön muokattavaksi. Työkalun avulla saadaan varma ja selkeä kuva muokattavasta säännöstä.

Sääntöeditorissa (kuva 3) on myös useita vaihtoehtoja sääntömäärittelyn lähtökohdalle. Esimerkiksi määritelläänkö etäisyydet vian reikien keskeltä vai vian päihin reunoista. Työkalussa ei tosin ole erillisiä asetuksia samaa ja eri nettiä oleville kohteille. Build-up Rule Editor on erillinen moduuli, joka kuuluu Build-up Basic -lisenssimoduuliin. Tähän lisenssimoduuliin kuuluu myös 3D viaeditori, jonka avulla voi siirrellä ja muokata via pinoja kolmiulotteisesti. Lisäksi lisenssimoduuliin kuuluu Search Via -ominaisuus, jolla voidaan johdotuksen yhteydessä etsiä automaattisesti, annettujen rajoitusten puitteissa, vapaa kohta kohdekerrokselle. Kyseistä moduulia voidaan hyvin suositella yrityksille, jotka suunnittelevat build-up-piirilevyjä.

Kaikki Build-up Rule Editorilla tehtävät asetukset voidaan tehdä myös perus Design Rule Editorilla. Asetusten teko onnistuu kokemuksen karttuessa varmasti yhtä sujuvasti ilman graafista liittymää kuin sen kanssa.

Haluttujen via-asetusten aikaan saaminen osoittautui haasteelliseksi. Build-up -toiminnot eivät kuuluneet ennen evaluointia käytyyn peruskurssiin, joten tämä voi osaltaan vaikuttaa ongelmiin.



Kuva 3 Build-up Rule Editor

### 2.5.2 Sääntöalueet

Board Designerissa voidaan määrittää alueita, joilla on eri suunnittelusäännöt kuin muulla levyllä. Alueelle voidaan määrätä jokin Design Rulessa määritetty Design Rule Stack, Wiring Width Stack ja Default Padstack. Mikäli halutaan, voidaan alue asettaa vaikuttamaan vain yhdellä kerroksella. Alueelle voidaan määrittää myös uusia Qualified Padstackeja, joille voidaan asettaa omat alku- ja loppukerrokset.

### 2.5.3 Läpivientien teko johdotuksen aikana

Board Designerissa kerrosten vaihto voidaan määrittää esimerkiksi numeronäppäimille Environment -> Customize valikon kautta. Tämän jälkeen numeronäppäimen painaminen luo vian sitä vastaavalle kerrokselle suunnittelusääntöjen mukaisesti. Vaihtoehtoisesti kerrosta voidaan vaihtaa ruudun alareunassa olevasta alavetovalikosta tai klikkaamalla ikkunan oikeassa ylänurkassa olevasta yleisnäkyvästä. Expeditionissa kerroksia voi vaihtaa ylös ja alas nuolilla tai vaihtonäppäintä pohjassa pitäen klikkaamalla hiiren oikealla näppäimellä ja valitsemalla kohdekerros valikosta.

#### 2.5.4 Läpivientien ja johdotuksen työntäminen

Board Designerin johdotustyökalut tarjoavat monia vaihtoehtoja. Perusjohdotustyökalussa on Spread-toiminto, joka levittää edessä olevia vetoja sivuun. Spread ei siirtele vioja. Toiminnon siirtämiä vetoja ei johdoteta uudestaan, joten ne eivät hypi kiertämään esteitä. Kun vedot kohtaavat esteen, kuten pädin, vian tai välimatkasäännön, ne eivät siirry enempää. Expeditionissa vedot ja viat liikkuvat ja antavat tietä helpommin ja johdotus sujuu jouhevammin kuin Board Designerissa. Expeditionin huono puoli on, että vedot voivat tulla uudelleen johdotetuiksi kiertäen pitkiä matkoja täysin hyväksymättömällä tavalla. Expeditionissa vedot on tehtävä Gloss-moodissa, jos vetoja halutaan työntää. Tämä tarkoittaa samalla, että vetoa ei pysty asettamaan tarkasti haluamiinsa pisteisiin, sillä Gloss käyttää aina jossain määrin automatiikkaa vedon tekemiseen. Board Designerissa vedon pystyy määrittämään juuri kuten sen haluaa

Zukenilla on erillinen Active45-moduuli johdotukseen. Vetojen kulmat ovat 45 asteen kulmassa ja vedon syöttäminen on hyvin samanlaista kuin perusjohdotustyökalun L-wire toimintoa käyttäen. L-wire on puolestaan hyvin samankaltainen Expeditionin johdotuksen kanssa. Active45:n avulla voi käyttää Spread-toimintoa kahdessa eri moodissa Jogissa ja No Jogissa. Normaali Spread-toiminto tarkoittaa, että muita vetoja työnnetään pois edestä, mutta työntämistä rajoittavat vedoissa olevat kulmat. No Jog -moodissa työntämistä rajoittavat vetojen segmentit niin, että uusia kulmia ei synny. Jog-moodissa työnnettäviin segmentteihin syntyy kulmia. Active45 pystyy haluttaessa työntämään myös vioja. Tätä ei perusjohdotustyökalulla pysty tekemään. Active45 näyttää myös työntön tuloksen reaaliaikaisesti.

Active45 on uudehko työkalu ja siinä on havaittavissa joitakin käytettävyysoongelmia. Ruutu ei puhdistu ja päivitys riittävästi, jolloin ruudulle jää haamuviivoja ja tulevan vedon ääriiviivat eivät aina näy. Jos vetoa yritetään mahduttaa tiukkaan väliin, voi johdotus niin sanotusti takertua itseensä sen määrittäessä kulmapisteitä hyvin lyhyille väleille. Viojen työntäminen voi aiheuttaa epätoivottuja silmukoita vian toisessa päässä. Vian työntö voidaan asettaa päälle ja pois johdotuksen aikana.

Työkalun puutteista huolimatta se voi olla hyvin käytännöllinen tilanteissa, joissa vetoja täytyy mahduttaa tiukkoihin paikkoihin. Viojen työntämistä käytettäessä vedot tulee tehdä ja jälki tarkastaa huolellisesti. Muutamien työntöissä syntyneiden silmukoiden ja kulmien korjaaminen voi olla pieni työ verrattuna tilan raivaamiseen käsin. Vian työntöä ollessa pois päältä sekä vetojen ympärillä ollessa tilaa Active45 on hyvä työkalu, mutta sen käyttöliittymä kaipaa hiomista.

#### 2.5.5 Gloss

Gloss on Expeditionista löytyvä ominaisuus, jonka avulla voidaan johdottaa antamalla vain muutamia pisteitä vedolle. Veto väistää esteitä ja asettuu muiden vetojen viereen. Gloss toiminnon heikkous on sen taipumus siirtää muita vetoja

luoden mahdollisesti pitkiäkin ei-toivottuja uudelleenjohtotuksia. Mikäli johdotusreitti on edes jokseenkin avoin, eikä veto ole arka, voidaan johdotus tehdä erittäin helposti.

Board Designerissa on johdotustyökalussa Auto Avoid -toiminto. Toiminto tarvitsee enemmän käyttäjän ohjausta kuin Expeditionin Gloss, mutta toisaalta antaa enemmän päätäntävaltaa vedon reitin suhteen. Board Designerissa vedon tulevan paikan näkee koko ajan. Glossia käytettäessä tuloksen näkee vasta, kun vedolle on klikattu uusi piste. Toisaalta vedon voi aina myös kumota.

Board Designerissa on myös SemiAuto -toiminto. Tämä toiminto etsii reitin kahden pisteen välille, mutta tekee kulmista 90 asteen kulmia. Kulmat voi muuttaa 45 asteen kulmiksi Post-wiring Process -työkalulla, mutta tämä tarkoittaa ylimääräistä työvaihetta.

#### 2.5.6 Läpivientien ja johdotusten kopiointi

Molemmat työkalut sallivat vetojen ja viojen kopioinnin. Board Designer tarjoaa enemmän vaihtoehtoja kopioinnille. Se antaa valita, kopioidaanko veto samaa nettiä olevana kuin alkuperäinen vai muutetaanko se väliaikaiseksi vedoksi, johon yhdistämällä jokin veto se muuttuu osaksi kyseistä nettiä. Expeditionissa ei voi olla vetoja, joille ei ole määrätty nettiä.

#### 2.5.7 Läpivientien asettaminen

Board Designerissa voidaan asettaa vioja johdotustyökalulla. Panel Menusta voidaan valita lähtö- ja kohdekerros jolloin levyä klikatessa syntyy Design Rulessa määritelty sopiva via. Via voidaan valita myös Design Rulessa määritettyjen Available Padstackien joukosta. Valitsemalla via näin, voidaan sille valita myös mikä tahansa lähtö- ja kohdekerros Layer Combinations -asetusten puitteissa. Jos via asetetaan jonkin vedon päälle, tulee siitä osa samaa nettiä. Mikäli viaa ei aseteta minkään vedon päälle, tulee siitä osa väliaikaista nettiä, kunnes jokin netti yhdistetään siihen. Vian asettamisessa voidaan käyttää myös Spread-toimintoa.

Expeditionissa on erillinen Place Via -työkalu. Tällä työkalulla voidaan valita mikä tahansa via paikallis- tai keskuskirjastosta ja asettaa se asetuksissa määrätyle kerroksille. Expeditionissa vialle on määrättävä myös netti. Expeditionissa on erittäin helppo vaihtaa viaa vahingossa vääränlaiseen tai väriin asetuksiin, jos Place Via ikkunan alasetus on aktiivisena ja käytetään rullahiirtä. Lisäksi aina kun viaa vaihdetaan, on lähtö- ja kohdekerrokset asetettava uudelleen.

### 2.5.8 Usean vedon johdottaminen

Molemmilla ohjelmilla on mahdollista vetää useampi veto kerralla. Tässä Expedition on selvästi parempi työkalu. Board Designer ei ota kahta pistettä samassa linjassa, vaan tekee kulman jokaisen pisteen jälkeen. Suoran linjan vetäminen voi olla siis hyvin hankalaa. Vetojen väliä ei pysty muuttamaan ja viojen tekeminen on käyttöliittymän vuoksi hankalaa.

Vaikka Expeditionilla on taipumusta kaatuiluun Multi-Plow -moodissa, on työkalu silti selvästi käytettävämpi. Multi-Plow tehdään aina Gloss-moodissa, joten kappaleessa 2.5.5 Gloss esitetyt asiat pätevät myös tähän toimintoon.

Molemmilla ohjelmilla on joissain tapauksissa ongelmia kerroksen vaihtamisen kanssa, mutta Expedition suoriutuu tästäkin jokseenkin paremmin.

### 2.5.9 Vedon leveyden muuttaminen

Board Designerissa vedon levyttä voi vaihtaa kesken johdotuksen, ja leveys voi olla mitä tahansa Design Rulesissa annettujen rajojen väliltä. Vedon leveys voidaan muuttaa Design Rule -asetusten ulkopuolelle Post-wiring Process -työkalulla, mikä synnyttää DRC virheen.

Expeditionissa leveyden voi vaihtaa johdotuksen aikana ainoastaan kolmeen vaihtoehtoon, jotka on määritetty asetuksissa Minimum-, Typical- ja Expansion-arvoiksi. Johdotuksen jälkeen leveys voidaan muuttaa mihin arvoon tahansa Change Width -työkalulla. Arvon muuttaminen alle minimin synnyttää DRC-virheen.

Molemmissa ohjelmissa vetoa jälkeensä levennettäessä on levennystila raivattava manuaalisesti.

### 2.5.10 Johdotuksen valinta

Board Designerissa ja Expeditionissa on erilaiset lähtökohdat työkaluihin ja valintaan. Expeditionissa jokin objekti voidaan valita, ja tälle valinnalle voidaan tehdä jokin operaatio. Board Designerissa valitaan ensin työkalu ja mitä sillä halutaan tehdä ja sitten vasta kohde. Tämä tarkoittaa sitä, että Board Designerissa vetoja ei voi valita pelkästään korostamisen vuoksi. Kun Board Designerissa valitsee johdotustyökalun, voidaan veto korostaa hyvin selkeästi viemällä kursori sen päälle. Expeditionissa koko vedon voi korostaa tuplaklikkaamalla sitä, joten työkalun vaihto ei ole tarpeen.

Molemmissa työkaluissa on Shadow Mode nettien esittämiseksi selkeästi. Toiminnolla ainoastaan valitut netit näkyvät väreillä, kun taas muut netit näkyvät vain harmaana Board Designerissa toiminto on nimellä Lowlight Mode.



### 2.5.11 Differentiaaliparin johdotus

Expeditionissa differentiaaliparien johdottaminen on hyvin samankaltaista kuin useamman vedon vetäminen kerralla. Jos johdolle vaaditaan tiettyä pituutta, voi sen aikaansaaminen olla vaikeaa, sillä Gloss-toiminto on aina päällä ja annetut johdotuspisteet voivat muuttua hieman.

Board Designerissa vedon aloittaminen ja lopettaminen voivat olla ongelmallisia. Koska parin veto tehdään erityisellä työkalulla, voidaan veto kuitenkin aloittaa ja lopettaa perusjohdotustyökalulla.

### 2.5.12 Bipolaariset ja ei-bipolaariset komponentit

Board Designerissa on ominaisuus, joka sallii ei-bipolaaristen komponenttien, kuten vastusten, johdottamisen kumpaan tahansa pinniin, jolloin pinnin netit vaihtuvat automaattisesti. Ei-bipolaarisuus on asetettava komponenttikirjastosta. Tämä ominaisuus säästää suunnittelijan kyseisten komponenttien kääntelyltä oikeaan suuntaan. Toistaiseksi ominaisuus ei kuitenkaan toimi, jos komponenttiin tullaan vialla. Vedon pädin keskustaan liittävän valinnan Into CenterPoint ollessa päällä, on vedolle annettava vähintään yksi piste, joka ei ole lähtö- ja kohdepädin keskustan kanssa linjassa, jotta ominaisuus toimii.

### 2.5.13 Nettilinjojen suodatus

Molemmissa ohjelmissa voidaan nettiviivoja suodattaa. Expeditionissa voidaan suodatukseen haluttavia nettejä valita pädejä tai vetoja valitsemalla yksittäin tai ikkunalla. Tämä helpottaa tarvittavien nettien valitsemista huomattavasti. Board Designerissa ei voida valita suodatettavia nettejä näin. Näkyvien ja näkymättömien nettilinjojen vaihtelu on mahdollista vain Expeditionissa. Board Designerissa suodatuslistassa näkyviä nettilinjoja voidaan suodattaa esimerkiksi nimen tai lisätietojen perusteella.

### 2.5.14 Johdotus DRC

Online DRC tarkistaa johdotuksen ja estää laittomat johdotusyhteykset. Board Designerissa Online DRC voidaan asettaa pois päältä yhdellä klikkauksella. Online DRC:n ollessa pois päältä kaikki johdottaminen on mahdollista levyn rajojen sisäpuolella. Mitään ei estetä, mutta johdotuksen päätyttyä kaikki sääntövirheet tulevat näkyviin ruudulle. Yleisesti Board Designerin DRC-virheet on hyvin ja näkyvästi merkitty ja virheen tyyppi näkyy virheen yhteydessä. Virhetekstit skaalautuvat loitonnettaessa, jolloin ne eivät jää huomaamatta.

Expedition ei salli johdotuksessa minkäänlaisia rikkomuksia välirajoitusten suhteen paitsi Conductive Shapeille, joilla voidaan oikosulkea nettejä.

Expedition saattaa jättää oikosuljettuja vetoja annotoinnin yhteydessä. Jos osa johdotetusta netistä vaihtaa nimeä, Expedition saattaa katkaista vedon hyvin lyhyeltä matkalta, jolloin vedon pyöreät päät jäävät päällekkäin. Tämä näkyy DRC-tuloksissa kytkemättömissä neteissä tai roikkuvissa vedoissa, mutta oikosulku itsessään ei aiheuta virhettä.

Molemmissa ohjelmissa levyille voidaan antaa build-up-parametrit. Näiden ansiosta vedoille voidaan asettaa esimerkiksi maksimi- ja minimiarvot viiveille ja impedansseille. Näiden asetusten tekeminen vie kuitenkin aikaa ja niihin tarvitaan paljon faktoja. On myös mahdollista, että build-up muuttuu, jolloin aiemmat asetukset ovat turhia. Impedanssit voidaan myös laskea erillisellä helppokäyttöisellä työkalulla.

Merkillistä kyllä, Expedition ei anna minkäänlaista ilmoitusta oikosuluista ennen kuin DRC ajetaan. Board Designer näyttää selkeästi jokaisen oikosulkukohdan, vaikka Online DRC olisi pois päältä heti, kun vedon syöttäminen lopetetaan.

## 2.6 Levyn jakaminen

Molemmissa ohjelmissa on mahdollista jakaa suunnitelma osiin. Expeditionissa tätä varten tarvitaan erillinen Team PCB -lisenssi. Board Designerissa jakaminen voidaan tehdä peruslisenssillä.

Expedition jättää päätietokannan ehjäksi ja luo erilliset tietokannat jokaiselle jaetulle alueelle. Nämä tietokannat voidaan avata Team PCB -lisenssillä, ja alueilla voidaan tehdä mitä tahansa muutoksia. Päätietokanta pysyy samana, kunnes osat yhdistetään jälleen. Kun osat yhdistetään, kaikki päätietokannassa tehdyt muutokset jaetuille osille tulevat ylikirjoitetuiksi. Toinen tapa tehdä jako on kopioida tietokanta jaon jälkeen. Jokainen suunnittelija voi muuttaa kaikkia alueita, mutta ennen yhdistämistä jokainen suunnittelija ajaa jaon omaan tietokantaansa ja kopioi oman osionsa tietokannan päätietokantaan.

Board Designerissa jako tehdään pilkkomalla levy osiksi. Jokaisesta palasta syntyy oma .pcb- ja .rul-tiedosto. Komponentteja ei voida jakaa kahden osan välillä. Päätietokannassa osat näkyvät mustina laatikoina, joihin alilevyt voidaan tarvittaessa ladata. Jos levyt ovat samassa jaetussa kansiossa, muiden osien muutokset voidaan ladata näkyviin Reload-toiminnolla Divide-valikosta. Nettien nimiä, yhteyksiä tai pinninnumeroita ei näy osien välillä. Levy voidaan myös jakaa ja kopioida jokaiselle suunnittelijalle. Jokainen suunnittelija säilyttää jakoalueet koskemattomina. Muutosten jälkeen suunnittelijat jakavat levynsä ja kopioivat oman alilevyn päätietokantaan, jossa ne yhdistetään jälleen.

Board Designerissa voidaan asettaa Hierarchy Connectoreita jakoalueen reunoille. Nämä toimivat yhdistyspisteinä jakoalueiden välillä niin, että suunnittelijat voivat kiinnittää vetoja niihin niin, että vedot ovat kiinni toisissaan levyjen yhdistämisen

jälkeen. Expeditionissa on myös mahdollista asettaa yhdistyspisteitä, mutta niiden käyttö saattaa johtaa tarpeettomaan vetojen risteämiseen molemmissa päissä johdotusta.

Board Designerissa suunnittelusääntöihin voidaan tehdä muutoksia, kun levy on jaettuna. Nämä säännöt eivät kuitenkaan siirry levyjä yhdistettäessä. Zuken kehottaa voimakkaasti yhdistämään osat ennen mitään sääntömuutoksia.

## 2.7 Tasojen luominen

Levyn generoinnissa Board Designerissa voidaan valita Technology, jossa on määritetty jokin kerros jännitetasoksi. Tämä ei kuitenkaan ole suositeltavaa, sillä se rajoittaa suunnittelumahdollisuuksia myöhemmin, koska se pakottaa suunnittelijan käyttämään nimenomaista tasoa vain ja ainoastaan jännitetasona.

Kummatkin ohjelmat pystyvät luomaan aluetäyttöjä käyttäen referenssimuotoja. Expeditionissa näitä alueita kutsutaan nimellä Plane Shape ja Board Designerissa Template Area. Expeditionissa jokaiselle muodolle on määrätty oma netti, ja se sijaitsee vain yhdellä kerroksella. Tämän vuoksi muoto on kopioitava jokaiselle halutulle kerrokselle erikseen. Kuten jo aiemmin on mainittu, Board Designerissa on huomattavasti paremmat piirto-ominaisuudet verrattuna Expeditioniin. Näitä samoja ominaisuuksia käytetään Template Areaan luomiseen, mikä tekee siitä helppoa etenkin, jos aluetta on muokattava.

Board Designerissa Template Arealla on asetus, jolla määrätään, mille kerroksille täyttö luodaan ja mihin netteihin ne kuuluvat. Yhtä muotoa käyttäen voidaan siis luoda vaikkapa jokaiselle kerrokselle eri nettiä oleva taso. Kaikki asetukset, esimerkiksi lämpöavaukset, voidaan määrittää jokaiselle tasolle erikseen. Jos käytetään useita Template Areoita, voidaan niille asettaa tärkeysjärjestys, joka määrää, mitä päällekkäisistä muodoista käytetään kullakin kerroksella. Board Designerissa on erinomainen mahdollisuus asettaa tason väli normaalia suuremmaksi Template Area asetuksista. Tätä tarvitaan usein levyn tuotannollisuuden kasvattamiseksi. Expeditionissa välin kasvattaminen täytyy tehdä muuttamalla suunnittelusääntöjä tasojen generoinnin ajaksi, minkä jälkeen säännöt on muutettava taas ennalleen DRC-ajoa varten aina, kun tasot joudutaan luomaan uudelleen. Tämä vie melko paljon aikaa levyn viimeistelyvaiheessa.

Board Designeristä puuttuu läpipinnien ja pintaliitospinnien erottelu lämpöavauksia tehdessä. Jos läpipinneihin halutaan avaukset tasoon, mutta ei SMD-pinneihin, on näiden läpipinnien kohdalle tehtävä uusi Template Area ja päällekkäiseen muotoon tehtävä reikä läpipinnien kohdalle. Board Designerin hyvät piirto-ominaisuudet helpottavat tehtävää, ja sopivilla asetuksilla varustettu Template Area voidaan kopioida ja muokata haluttuun kohtaan. Päällekkäiseen Template Areaan on tehtävä avaus, sillä tärkeysjärjestys ei päde samalla kerroksella ja samalla netillä. Tässä tapauksessa täyttö menee avauksen edelle. Jos tasoon halutaan Keepout-alue, voidaan Template Areasta leikata kyseinen kohta irti ja poistaa täyttö kyseiseltä kerrokselta.

Kun taso on luotu Board Designerissa, sitä käsitellään jatkossa aivan kuten tavallista kuparialuetta. Tämä tarkoittaa sitä, että johdotus alueelle on tehtävä joko Spread-moodissa tai laittaa DRC pois päältä. Lisäksi vaihtoehtona on käyttää Auto Correct Area -toimintoa. Tämä generoi tasot uudelleen johdotuskomennon loputtua. Auto Correct Area ei sovi suurten muutosten tekemiseen, sillä järjestelmä hidastuu koska tasojen uudelleen luonti kestää aikansa. Jos muutokset tehdään DRC:n ollessa pois päältä, Auto Correct Area voidaan asettaa päälle, kun suurimmat muutokset on tehty. Kun jokin komento tämän jälkeen saatetaan loppuun tasot luodaan uudelleen. Vielä yksi vaihtoehto on poistaa täyttö Erase-käskyllä ja luoda tasot uudelleen muutosten jälkeen.

Expeditionissa muutokset voidaan tehdä suoraan tason päälle, mutta jotta lopputulos nähdään, on tasot luotava uudelleen Plane Processorilla.

Toisin kuin Board Designerissa, Expeditionissa on erillinen komento tasojen poistamiselle. Board Designerissa sama tulos saadaan siirtämällä Template Area levyn ulkopuolelle ja generoimalla tasot sitten uudestaan.

Template Areat on piirrettävä omalle erikseen määritetylle kerrokselle. Tämä tulee ottaa huomioon Technologioita luotaessa.

Kummatkin ohjelmat voidaan asettaa jättämään eristyksissä olevat alueet ilman kuparitäyttöä.

### 2.7.1 Lämpöavaukset

Tasoja luotaessa kummatkin työkalut sallivat lämpöavausten asettamisen pinneille tai vioille. Jos Board Designerissa valitaan sekä pinnit että viat, tulee kumpienkin avauksille samat asetukset. Kummallakin ohjelmalla asetukset koskevat jokaista pinni tai viaa samalla kerroksella ja samalla alueella. Kumpikaan työkalu ei salli erillisiä asetuksia yksittäiselle pinnille. Kuten aiemmin mainittiin, Board Designerissa ei ole eritelty SMD- ja läpipinnejä, joten on luotava erilliset Template Areat, jos näille halutaan eri asetukset. Tällaista voidaan tarvita, jos esimerkiksi pintaliitoskomponenteille ei haluta avauksia, mutta käsin ladottavien komponenttien juotettavuutta halutaan parantaa lämpöavauksilla.

### 2.7.2 Hatching

Template Areoiden generoinnin jälkeen Board Designerissa voidaan syntyneitä tasoja muokata Mesh-komennolla. Tämä siis tarkoittaa, että hatching joudutaan tekemään erillisenä työvaiheena. Expeditionissa hatching-asetukset voidaan tehdä ennen tasojen luomista Plane Processorissa.

## 2.8 Johtavat muodot

Board Designerin hyvät piirtotyökalut tekevät siitä paremman käsiteltävän kuin Expedition. Board Designer antaa myös valita muodon netin klikkaamalla jotakin johdinta tai pädiä, kun Expeditionissa netti on valittava listasta.

Expeditionin Conductive Shapen voi asettaa mihin tahansa levyllä, mikä tekee siitä melko vaarallisen objektin. Ohjelma ei estä tai anna mitään huomautusta oikosulusta ennen kuin DRC ajetaan. Myös vetoja voidaan vetää Conductive Shapen päälle ilman huomautusta. Board Designerissa johtavat alueet ovat alueita, joille on erikseen määritetty omat suunnittelusäännöt Design Rulesissa. Nämä voidaan jättää huomioimatta asettamalla Online DRC pois päältä, mutta virheet tulevat joka tapauksessa ruudulle näkyviin.

Board Designerissa voi tapahtua vakavia vahinkoja johtavien alueiden kanssa, jos johdotusta vedetään Spread-moodissa. Kun käytetään Spread-toimintoa, veto raivaa tietä alueeseen pienentäen tai jopa poikkileikaten sen. Jos tämä tapahtuu huomaamatta, levyyn voi jäädä vakavia virheitä, joita DRC ei huomioi, esimerkiksi huonontuneen virrankeston vuoksi. Jos veto puskee alueeseen ja se poistetaan tai peruutetaan taaksepäin, se ei palaudu ennalleen.

## 2.9 Panelointi

Panelointi tehdään kummallakin ohjelmistolla erillisellä panelointiohjelmalla. Yhden levyn paneelin voi tosin piirtää suoraan piirilevysuunnitteluohjelmalla.

### 2.9.1 Paneelin luominen

Board Producerissa, joka on Zukenin panelointityökalu, voidaan paneelit tehdä Template-tiedostoista. Näihin on Technology, paneelin koko ja Manufacturing Rule määritetty valmiiksi.

Toinen tapa on luoda paneeli Manufacturing Rulesta, jolloin Technology ja paneelin koko määritetään generoinnin yhteydessä.

### 2.9.2 Levyn tuominen paneeliin

Board Producerissa voidaan paneeliin tuoda useita eri suunnitelmia ja myös toisia paneeleja, jos halutaan. Näissä lapsipaneeleissa ei kuitenkaan saa olla toisia lapsipaneeleja. Paneeliin tuotavalla levyllä ei voi olla enemmän kerroksia kuin paneelissa käytetyssä Technologyssa. Jos paneeliin tuodaan useampia eri suunnitelmia, tulee paneelin Technology valita suurimman kerrosluvun mukaan. Kun levy tuodaan paneeliin, voidaan sen kerrokset määrätä halutuille paneelin kerroksille.

Technologya määriteltäessä tulisi kaikki kerrokset asettaa Positiveksi. Paneeliin tuotavan levyn Technologyn kerrosten tyyppien täytyy vastata paneelissa käytettyjä. Jos siis levyssä on jokin kerros määritetty Power-tasoksi, levyä ei voida tuoda paneeliin jossa ei ole vähintään yhtä Power-tasoa.

Useampien samanlaisten levyjen tuonti voidaan tehdä Step & Repeat -komennolla, johon voidaan määrittää tuotavien levyjen määrä x- ja y-suunnassa, levyjen välinen etäisyys ja levyjen etäisyys paneelin reunasta. Levyjä voidaan tuoda paneeliin myös ylösalaisin.

Koska paneelin kerrokset määritetään Technologyn kautta, suunnitelmaan luotuja ylimääräisiä kerroksia ei voida tuoda paneeliin, jollei jotakin muuta kerrosta jätetä pois.

Jos levyyn on tehty muutoksia, paneeli päivittyy automaattisesti, kun se avataan.

### 2.9.3 Ääriarajojen piirto ja yleinen grafiikka

Board Designerin paremmat piirto-ominaisuudet helpottavat myös paneloinnissa. Paneeliin voidaan lisätä komponentteja, kuten kohdistusmerkit ja otsikkotaulu. Board Designerin piirto-ominaisuuksien ansiosta myös paneelin kannakset voitaisiin tehdä komponenteiksi, jotka olisi helppo muokata oikean kokoisiksi. Tämä säästäisi aikaa levyn viimeistelyssä.

### 2.9.4 Jyrsintä

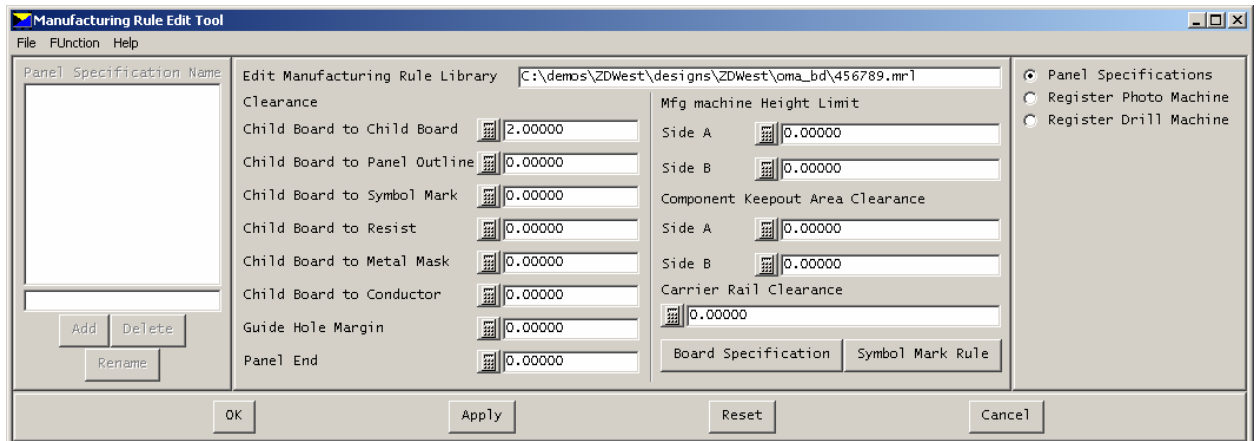
Jyrsintä tarvitsee oman kerroksen Board Designerissa. Kummatkin työkalut sallivat viivan syöttämisen viivan jompaakumpaa reunaa pitkin helpottaen jyrsinnän tekoa. Board Designerissa jyrsintädataa ei tuoteta poraustyökalulla, kuten Expeditionissa. Zukenin mukaan suurin osa heidän asiakkaista tuottaa jyrsinnän Gerber-datana.

### 2.9.5 Mitoitus

Mitoitus tehdään Board Designerissa valitun kerroksen dokumentointikerrokselle. Selkeyden vuoksi voidaan kuitenkin suositella oman kerroksen luomista Technologyyn mitoitus varten. Expeditionissa on muutama vaihtoehto enemmän mitoituksen tyypeille, mutta Board Designerinkin vaihtoehdot ovat riittävät. Board Designerissa on eräs hieman käytettävyyttä haittaava ominaisuus: mitoituksen suunta on valittava alavetovalikosta, kun taas Expeditionissa suunta voidaan määrätä hiirellä mitoituspisteiden antamisen jälkeen.

## 2.9.6 Tuotantosääntöjen tarkastus

Board Designerissa on yllä olevassa kuvassa 4 näkyvät tuotantosääntöasetukset. Sääntöjen pitävyyttä voidaan tarkastaa ajamalla Manufacturing Rule Check-paneelille.



Kuva 4. Manufacturing Rule.

## 2.10 Tuotantodokumenttien luominen

Board Designerissa kaikki dokumenttien tuottaminen voidaan scriptata Perl-ohjelmointikielellä. Scriptauksen voi tehdä itse tai sen voi tilata Zukenilta.

### 2.10.1 Kerrosten ja objektien valinta Gerber-tiedostoon

Board Designerissa dokumentointityökalujen parametrit voidaan tallentaa tiedostoon. Näihin parametreihin sisältyy myös tieto siitä, mitkä kerrokset halutaan mihinkin dokumenttiedostoon. Tämä on erittäin käytännöllistä silloin, kun kerrosasetukset tulevat standardoidusta Technology-kirjastosta. Lataamalla sopivat asetukset tiedostosta, mitään muita asetuksia ei pitäisi tarvita dokumenttien luomiseksi. Käyttöliittymä on hyvin samankaltainen Gerbereiden, porausten ja plottien luonnissa.

### 2.10.2 Tiedostojen nimeäminen

Board Designerissa tuotantodokumenttien tiedostojen nimissä voidaan viitata levyn tietokannan nimeen. Mikäli tietokannan nimi on tiedostojen nimeämiskäytännön mukainen, se voidaan liittää automaattisesti luotavien tiedostojen nimiin.

### 2.10.3 Porakoordinaatit, porakuvat ja porataulukot

Jos käytetään esimerkiksi mikroviajoja kerroksilta 1-2, 2-3 ja 1-3, on porakoordinaatit tehtävä Board Designerissa jokaiselle kombinaatiolle. Viat 1-3 eivät sisälly koordinaatteihin 1-2 ja 2-3. Expeditionissa nämä sisältyvät. Porauksia ei tehdä 1-3 kerrosten välille suoraan, vaan ne tehdään 1-2 ja 2-3 porausten yhteydessä. Board Designerissa tämä tarkoittaa sitä, että piirilevyvalmistaja joutuu editoimaan poratiedostoja, jolloin virheen mahdollisuus kasvaa. Zukenin mukaan 1-3 reikien saaminen 1-2 ja 2-3 tiedostoihin pitäisi olla mahdollista, mutta vaatii lisäselvitystä.

Jos Board Designerissa luodaan porakuva uudelleen, ei vanha kuva tuhoudu. Onkin suositeltavaa varata porakuvalla oma kerros vanhan kuvan tuhoamisen helpottamiseksi. Porakuva voidaan Board Designerissa tehdä ainoastaan niin että kaikki poraukset näkyvät yhdessä kuvassa. Expeditionissa porakuvia luodaan yhtä monta kuin porakoordinaattitiedostoja. Porataulukon oletusasetukset tulee asettaa oikeiksi. Muutoin reikäsymbolit on määriteltävä joka kerta, kun ensimmäistä porakuvaa tehdään suunnitelmaan.

Expeditionissa porakoordinaattien luominen ei vaadi käytännössä mitään asetuksia, mutta tiedostot joudutaan uudelleennimeämään. Myöskään porakuvat eivät tarvitse juuri mitään asetuksia. Ainoastaan porataulukot joudutaan siirtämään oikeaan paikkaan joka kerta, kun poraukset luodaan.

### 2.10.4 Nettilistojen luominen

Board Designerissa levyt luodaan nettilistatiedostosta. Tätä tiedostoa voidaan käyttää myös dokumentoinnissa. Mikäli kuitenkin halutaan luoda uusi lista, voidaan se tehdä bdnout-komennolla Windowsin komentokehoteessa.

### 2.10.5 Ladontakoordinaattien luominen

Ladontakoordinaatit voidaan Board Designerissa luoda Board List Generatorilla. Työkalussa on paljon eri optioita, mutta kaikki tarpeelliset asetukset voidaan tallentaa parametritiedostoon uudelleen käyttöä varten. Työkalulla voidaan luoda levystä suuri määrä erilaisia listauksia. Expeditionissa koordinaatit luodaan valmiilla asetuksilla, joten se on hieman helpompi käyttää.

### 2.10.6 ODB++ -ulosvienti

Board Designer pystyy tuottamaan ODB++ -version 5.3 tiedostoja erillisellä V-CAM Format Export -moduulilla. Versio on hieman vanhentunut, sillä esimerkiksi Valor Universal Viewer tukee versiota 6.3. Board Designeristä voidaan myös tuottaa CADIF tiedosto, eli paf-tiedosto, erillisellä moduulilla. CADIF-tiedosto



voidaan sitten muuntaa ODB++ muotoon Valorin tarjoamalla ja ylläpitämällä ilmaisella työkalulla.

Zukenin mukaan vielä yksi vaihtoehto on käyttää Valorissa Board Designer -liittymää, joka ottaa vastaan Board Designeristä ulosvietyjä tiedostoja ja muuntaa ne Valoriin. Tämä liittymä on Valorin ylläpitämä.

## 2.11 Ylimääräisiä ja puuttuvia ominaisuuksia

Board Designerissa on optio nettien suojaamiseksi maa-alueella. Suojaus voidaan asettaa kulkemaan vedon kanssa samalla kerroksella, sen ylä- ja alapuolella tai sekä samalla kerroksella että ylä- ja alapuolella. Suojaus syntyy vetoa vedettäessä, ja Online DRC valvoo sen eheyttä. Tämä on erinomainen toiminto herkkien vetojen suojauksen varmistamiseksi.

Board Designerissa on Template Routing -ominaisuus, joka sallii vetojen tekemisen jonkin referenssikuvion mukaan. Referenssi voi olla esimerkiksi toinen johdin tai levyn ääriiviiva. Vaikka Template Routing ei toimikkaan useammalla kerroksella, voi se silti olla käytännöllinen työkalu väyliä vedettäessä. Vedot voidaan tehdä myös ilman määrättyä nettiä, jolloin johdotuksen yhdistäminen vetoon määrää sen netin.

Board Designer pystyy näyttämään arvion johdotustiheydestä. Tiheysarvion muuttujia voidaan muokata tarpeen mukaan. Toiminnon käytännöllisyyttä ei pystytty testaamaan käytössä olevilla suunnitelmilla.

Olemassa olevat johdotukset voidaan jakaa eri väleille Equi-Space/Compact Wire työkalulla. Työkalu voi siirtää vedot tasaisille väleille, pakata ne jonkin esteen viereen tai keskelle joitakin esteitä, kuten esimerkiksi vioja. Työkalu ei millään tapaa johdota vetoja uudelleen vaan ainoastaan siirtää niitä.

Olemassa olevan johdotuksen voi optimoida Optimize-työkalulla. Työkalu poistaa turhat kulmat vedon lyhentämiseksi.

Equi-Space- ja Optimize-työkalut synnyttävät 90 asteen kulmia. Kulmat voidaan muuttaa 45 asteen kulmiksi Post-wiring Process -työkalulla. Sen avulla voi myös luoda suojauksia, teardroppeja, vahvistaa alueita paremman johtavuuden aikaansaamiseksi ja muuttaa vetojen kulmat kaariksi.

Board Designer pystyy tekemään teardropit johdotuksen aikana. Expeditionissa tätä varten on käytettävä erillistä työkalua.

Zukenilla on CAM Verification -työkalu, jolla voidaan varmistaa, että Gerber-tiedostot vastaavat piirilevyn kerroksia.

Gerber-tiedostoja voidaan tuoda levyyn kerroksiksi. Jos Gerber tuodaan johtavalle kerrokselle, viivoja pidetään väliaikaisina vetoina, kunnes ne yhdistetään johonkin nettiin.

Board Designerissa on Memory Route -niminen toiminto. Se on hyvin yksinkertainen johdotusautomaatti, joka yhdistää samassa linjassa ja samaa nettiä olevat pädit esteet väistäen. Käsiteltävä alue voidaan valita ikkunalla.

Board Designerissa voidaan kytketyille ja kytkemättömille tasoille määrittää erikokoiset pädit. Kun esimerkiksi veto yhdistetään viaan, sen pädin koko kasvaa.

Board Designerin perusversiota voidaan käyttää myös flexilevyjen suunnitteluun. Expeditionissa tähän tarvitaan erillinen ohjelma. Board Designerin Technology-, piirto- ja johdotusominaisuudet sopivat erinomaisesti flexilevyjen suunnitteluun.

### 3 TEKINEN TUKI

Zukenilla on LinkZ niminen web-palvelu, jonka kautta tukipyynnöt tehdään. Tukipyynnölle voidaan asettaa kiireellisyystaso. Jokainen käyttäjä saa henkilökohtaisen tilin palveluun. Yhtiölle määrätään Zukenilta kaksi henkilökohtaista tukihenkilöä, joista toinen ottaa tukipyynnön hoitaakseen. Mikäli kumpikaan näistä tukihenkilöitä ei ole käytettävissä, ohjataan tukipyyntö jollekin muulle tukihenkilölle. Web-palvelusta näkee muiden oman yhtiön käyttäjien tekemät tukipyynnöt, mutta muiden kuin oman yhtiön tukipyynnöitä ja ratkaisuja ei pääse selaamaan kuten Mentorin Support Netissä. Euroopan tukipyynnöt ohjataan ja käsitellään Zukenin Englannin toimistossa normaalina toimistoaikana 9-17 GMT.

Zuken takaa alustavan vastauksen kahden tunnin sisällä, mutta käytännössä tämä tuntuu tapahtuvan paljon nopeammin.

Tapauksissa, joita Englannin toimisto ei pysty ratkaisemaan, otetaan yhteys Zukenin Japanin pääkonttoriin. Tällaisissa tapauksissa voidaan odottaa viivästyksiä jo pelkästä aikaerosta johtuen.

Henkilökohtaisten tukihenkilöiden etuna on, että ajan myötä asiakkaan käyttötottumukset ja järjestelmä tulevat tutuksi ja tukea voidaan tarjota paremmin. Heikkoutena puolestaan voi olla näiden henkilöiden liiallinen kuormittaminen, mikä viivästyttää ratkaisujen saamista.

Evaluoinnista saadun rajallisen kokemuksen perusteella tuki tuntui toimivan kelvöllisesti. Esimerkiksi ICX-lisenssiongelmassa tiedostot lähetettiin aamulla Zukenille Englantiin, josta ne ohjattiin edelleen Japaniin. Vastaus saatiin Englannista iltapäivällä.

### 4 YHTEENVETO

Kummassakin ohjelmassa on hyviä ja huonoja puolia melko samoissa määrin, mutta hieman eri alueilla. Board Designerin edut olivat selvästi grafiikassa ja Expedition

oli jokseenkin Board Designeria parempi johdotuksessa. Todella merkittäviä suunnittelutyöhön lisäarvoa tuovia eroja ei ohjelmien välillä löytynyt.

#### 4.1 Johdotus

Expeditionissa johdotus tuntuu jokseenkin jouhevammalta. Vedot, jotka eivät ole herkkiä johdotuksen kannalta, voidaan Gloss toiminnolla vetää todella helposti. Jopa pitkät vedot saadaan johdotettua vain muutamalla pisteellä. Toisaalta Gloss voi tehdä vaarallisia uudelleenjohdotuksia.

Board Designerissa johdotuksessa on hieman hiomaton tuntu. Kulma kulmalta johdotus sujuu kummallakin työkalulla aivan yhtä hyvin. Board Designerin johdotus työkaluissa tuntuu olevan paljon potentiaalia, mutta niiden todellinen arvo pitäisi testata todellisessa suunnittelutyössä.

#### 4.2 Grafiikka

Board Designerissa kaikki piirtämiseen, grafiikkaan ja alueisiin liittyvä toimii paljon paremmin kuin Expeditionissa.

#### 4.3 Käyttöliittymä

Board Designerissa käyttöliittymää voidaan muokata jonkin verran. Pikanäppäimiä on helppo tehdä itse ja työkalujen oletusasetukset voidaan määrittää resurssitiedoissa. Useiden työkalujen parametrit voidaan tallentaa tiedostoihin uudelleenkäyttöä varten.

Sääntölähtöinen suunnittelu vie varmasti ohjelman käyttöönoton alkuvaiheissa ylimääräistä aikaa, mutta sääntöjen muotoutuessa sopiviksi se todennäköisesti parantaa suunnittelun oikeellisuutta. Standardoidut kerrokset hyödyttävät dokumentointia, sillä monet asetukset voidaan tallentaa ja käyttää uudelleen. Lisäksi koko dokumentointi on mahdollista automatisoida, mikä säästää aikaa suunnittelun loppuvaiheessa.

#### 4.4 Säännöt ja DRC

Board Designerissa on suuri määrä vaihtoehtoja säännöille ja asetuksille. Tämä voi jopa joskus aiheuttaa sekaannusta, mutta perusasetusten tekeminen vaikuttaa melko helpolta.

Expeditionilla on taipumus sallia joitakin virheitä, jotka tulevat esiin vasta suunnittelun loppuvaiheessa, kun levylle ajetaan DRC. Vaikka virheet ovatkin

pieniä korjata, niiden kasaantuessa aikaa kuluu niiden korjaamiseen loppuvaiheessa, kun kiire on yleensä suurimmillaan.

Online DRC tuntuu Board Designerissa toimivammalta. Vaikka virhettä ei estettäisi, se näkyy selkeästi ruudulla ja voidaan korjata heti eikä vasta viimehetkillä.

#### 4.5 Ominaisuudet

Taulukossa 2, on listattu ohjelmien oleellisimpia ominaisuuksia.

Ominaisuus	Board Designer	Expedition
Keskitetty suunnittelusäännöt	X	
Paikalliset suunnittelusäännöt	X	X
IDF-liittymä	X	X
DXF-liittymä	X	X
Levyn ääri rajojen muokkaus suunnittelun aikana	X	X
Vaihtoehtoiset layout-geometriat	X	X
Paikalliset layout-geometriat	X	X
Johdotettujen ja johdottomien blokkien siirto	X	X
Skaalautuvat referenssinumerot	X	
Blokkien uudelleen käyttö muissa suunnitelmissa	X	X
Piirilevyn sisäiset komponentit	X	X
Virheiden näyttö ruudulla	X	
Oikosulkujen näyttö ruudulla	X	
Korkeusrajoitukset	X	X
Keepoutit	X	X
Sääntöalueet	X	X
Cross probe	X	X
Netittömät vedot	X	
Useamman vedon johdottomien	X	X
Differentiaaliparin välimatka	X	X
Herkkien vetojen suojaus	X	
Teardroppien luonti johdotettaessa	X	
Bipolaariset ja ei-bipolaariset komponentit	X	
Nettien suodatus	X	X
Levyn jako	X	X
Tasojen generointi	X	X
Kelluvien tasojen estäminen	X	X
Lämpöavaukset	X	X
Hatching	X	X
Johtavat muodot	X	X
Usean suunnitelman tuominen paneeliin	X	
Paneelin tuominen paneeliin	X	
Tuotantodokumenttien automatisointi	X	
Parametrien tallentaminen	X	
Flexilevyjen suunnittelu	X	

Taulukko 2. Ohjelmien tukemia ominaisuuksia

## LÄHTEET

1 Evaluoinnissa osittain käytetty suunnitelma on Zuken Ltd:n piirtämän.