

23

Tuotekehitystyö

Luennon sisältö

- Tuotekehityksen tärkeys
- Tuotekehitysprosessi
- Tuotekehityksen parantaminen

Tuotekehitykseen erilaisia lähestymiskulmia

- **Yrityksen ilmapiiri ja luovuus**
 - "3M ja organisatorinen innovaatiokulttuuri"
- **Edesauttavat organisatoriset ratkaisut**
 - "DuPont ja Statoil perustavat yhteisyrityksen kehittämään metaanipohjaisia kemikaaleja käymisen edistämiseen"
- **Teknologian lisääntyvä hyväksikäyttö**
 - "New Zealand American cupin voittoon kehittyneen tietokone-simuloinnin avulla"
- **Kehitysprosessin parempi operationalisointi**
 - "BMW puolitti uuden automallin tuotekehitykseen käytetyn ajan"
 - "Nokia yrittää kiristää tuotekehitystahtia"
 - "tuotteiden ja palvelujen kehittäminen Internet-ajassa"

Tuotekehityksen johtamisessa kaksi tasoa

Yritystaso	<p>Innovaatiojohtaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yrityksen innovaatioilmapiirin ja -kulttuurin kehittäminen • Mahdollisuuksien (uhkien) tiedostaminen ja valinta • Toteutuksen vaatimat organisatoriset ja teknologiset kyvykkyydet <ul style="list-style-type: none"> • esim. spin-offs, joint ventures, sisäinen riskiraha • Uusien kyvykkyyksien hyötykäyttö <ul style="list-style-type: none"> • esim. standardien luominen, lisensointi, vertikaalinen integraatio
Projektitaso	<p>Tuotekehitysjohdaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asiakkaiden tarpeiden ymmärtäminen ja osaamisen kehittäminen <ul style="list-style-type: none"> • tuotekehityksen yhteys yritysstrategiaan • Innovatiivisten tuotteiden kehittäminen ja testaus • Kehitysprojektien hallinta ja kehittäminen <ul style="list-style-type: none"> • konseptit, tekniikat ja työkalut • Uusien tuotteiden / palveluiden lanseeraus

Miksi tuotekehitys on yrityksille tärkeää?

- **Tuotekehitys vaikuttaa suoraan kilpailukykyyn**
 - hinta, laatu, nopeus, joustavuus... J
- **Tuotekehitys paljon muutakin kuin uusien tuotteiden kehittelyä ja lanseeraamista**
 - nykyisten tuotteiden ominaisuuksien ja kannattavuuden parantamista, tuotevalikoiman karsimista jne.
 - palveluiden luomista
 - prosessien viilaamista
- **Tuotekehitys sitoo monia asioita kiinteiksi**
 - tuotteen valmistuskustannuksista 70% lyödään lukkoon suunnitteluvaiheessa
 - tuotannon tehokkuudesta 80% määräytyy suunnittelun perusteella
 - laatuongelmista 40% aiheutuu huonosta suunnittelusta

Tuotekehitystoiminnan merkitys on noussut

- **Lisääntynyt kilpailu**
 - valmistettavien tuotteiden määrä lisääntynyt
 - ”globaalissa toimintaympäristössä alhaiset kustannukset, korkea laatu ja prosessien nopeus ovat kaikkien saavutettavissa”
- **Asiakkaiden vaatimukset kasvaneet**
 - tuotteiden elinkaaret lyhentyneet selvästi
 - entistä suurempi osa liikevaihdosta tulee uusista tuotteista!
- **Teknologinen kehitys tuonut mukanaan uusia mahdollisuuksia**
 - sekä tuotteisiin että valmistusprosesseihin
- **Pienyritysten määrä lisääntynyt**
 - start-uppien menestys paljolti kiinni uuden tarjoamisesta

Maailman T&K-kärki 2018

Rank	Company	Geography	Industry	\$Bn	% of revenues
1	Amazon	USA	Retailing	22,6	12,7 %
2	Alphabet	USA	Software	16,2	14,6 %
3	Volkswagen	Germany	Automobiles	15,8	5,7 %
4	Samsung	South Korea	Technology Hardware	15,3	6,8 %
5	Intel	USA	Semiconductors	13,1	20,9 %
6	Microsoft	USA	Software	12,3	13,7 %
7	Apple	USA	Technology Hardware	11,6	5,1 %
8	Roche	Switzerland	Pharmaceuticals	10,8	18,9 %
9	Johnson&Johnson	USA	Pharmaceuticals	10,6	13,9 %
10	Merck	USA	Pharmaceuticals	10,2	25,4 %
11	Toyota	Japan	Automobiles	10,0	3,8 %
12	Novartis	Switzerland	Pharmaceuticals	8,5	17,0 %
13	Ford	USA	Automobiles	8,0	5,1 %
14	Facebook	USA	Software	7,8	19,2 %
15	Pfizer	USA	Pharmaceuticals	7,7	14,7 %
16	GM	USA	Automobiles	7,3	5,0 %
17	Daimler	Germany	Automobiles	7,1	3,6 %
18	Honda	Japan	Automobiles	7,1	5,4 %
19	Sanofi	France	Pharmaceuticals	6,6	15,2 %
20	Siemens	Germany	Capital Goods	6,1	6,2 %
21	Oracle	USA	Software	6,1	16,2 %
22	Cisco	USA	Technology Hardware	6,1	12,7 %
23	GlaxoSmithKline	Great Britain	Pharmaceuticals	6,0	14,7 %

Tekniikka&Talous selvitti Suomen 100 suurinta t&k-yritystä: Yksi yhtiö tutkii ja kehittää enemmän kuin 99 seuraavaa yhteensä

Suomen T&K-kärki 2017

	Milj. euroa	% liikevaihdosta	Muutos-%
Nokia	4 225	18,2 %	-2
OP-Ryhmä	376	5,9 %	47
Kone	158	1,8 %	13
Wärtsilä	141	2,9 %	8
ABB	131	5,8 %	3
StoraEnso	127	1,3 %	-4
Orion	105	9,7 %	-11
Amer Sports	102	4,5 %	7
Cargotec	93	2,8 %	2
Tieto	75	4,9 %	0
Bayer	71	7,9 %	26
Valmet	64	2,0 %	0
Ericsson	61	39,6 %	-36
Outotec	56	4,9 %	2
Fortum	53	1,2 %	2
Sandvik	52	5,5 %	0
UPM	51	0,5 %	28
GE Healthcare	45	16,9 %	5
Neste	44	0,3 %	7
Vaisala	40	11,9 %	4
Konecranes	36	1,1 %	61
F-Secure	35	20,3 %	23



Nokian T&K-investointiranking 2008-2013

Ranking by R&D Spending	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Toyota	Toyota	Roche	Roche	Toyota	Volkswagen
2	GM	Nokia	Microsoft	Pfizer	Iiovartis	Samsung
3	Pfizer	Roche	Nokia	Iiovartis	Roche	Roche
4	Nokia	Microsoft	Toyota	Microsoft	Pfizer	Intel
5	Johnson & Johnson	GM	Pfizer	Merck	Microsoft	Microsoft
6	Ford	Pfizer	Iiovartis	Toyota	Samsung	Toyota
7	Microsoft	Johnson & Johnson	Johnson & Johnson	Samsung	Merck	Iiovartis
8	Roche	Ford	Sanofi-Aventis	Nokia	Intel	Merck
9	Samsung	Iiovartis	GlaxoSmithKline	GM	GM	Pfizer
10	GlaxoSmithKline	Sanofi-Aventis	Samsung	Johnson & Johnson	Nokia	Johnson & Johnson
11	Iiovartis	GlaxoSmithKline	GM	Intel	Volkswagen	General Motors
12	Sanofi-Aventis	Samsung	IBM	Panasonic	Johnson & Johnson	Google
13	IBM	IBM	Intel	GlaxoSmithKline	Sanofi-Aventis	Honda
14	Intel	Intel	Merck	Volkswagen	Panasonic	Daimler
15	AstraZeneca	Siemens	Volkswagen	IBM	Honda	Sanofi
16	Honda	Honda	Siemens	Sanofi-Aventis	GlaxoSmithKline	IBM
17	Merck	Volkswagen	Cisco	Honda	IBM	GlaxoSmithKline
18	Matsushita	AstraZeneca	Panasonic	AstraZeneca	Cisco	Nokia
19	Volkswagen	Cisco	Honda	Cisco	Daimler	Panasonic
20	Sony	Panasonic	Ford	Siemens	AstraZeneca	Sony

T&K mahdollistaa, mutta ei takaa tulevaisuutta J

Tuotekehityksen karsimisella ikäviä seurauksia

- **Uutuusien lanseeraukset siirtyvät ja kokonaismäärä vähenee**
 - useilla aloilla suora vaikutus myyntiin ja markkinaosuuteen
- **Katteet laskevat tuotevalikoiman iän mukana**
 - pitkään myynnissä olleissa tuotteissa hinnat ja katteet putoavat
- **Teknologiakehityksessä jäädytään jälkeen**
 - myös kustannusten karsinta-aloitteiden toteutus hidastuu
- **Kyvykästä T&K -henkilöstöä menetetään**
 - osaaminen kävelee ovesta ulos ja moraali heikkenee
- **Yleinen uskottavuus saattaa kärsiä**
 - esim. alihankkijoilta odotetaan tulevaisuuteen panostamista
- **Julkisen rahoituksen saaminen heikkenee**

TUTA 20

Luento 23

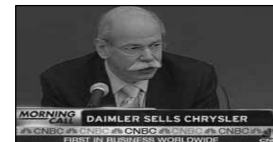
16

Tuotekehityksen karsimisella ikäviä seurauksia - case DaimlerChrysler -

1998

Daimler-Benz announces purchase of Chrysler Corp.

On this day in 1998, the German automobile company Daimler-Benz—maker of the world-famous luxury car brand Mercedes-Benz—announces a \$36 billion merger with the United States-based Chrysler Corporation.



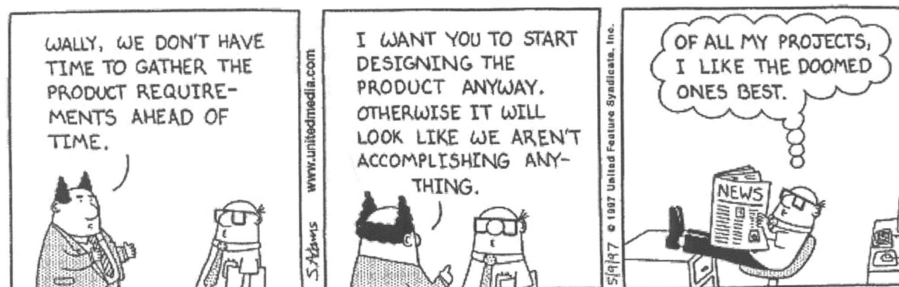
From \$35bn to \$7.4bn in nine years

But nine years on, the experiment has been abandoned. In paying just €5.5bn (\$7.4bn) for Chrysler, private equity group Cerberus has shown that the creation of DaimlerChrysler was one of the most unsuccessful mergers of modern times.

TUTA 20

Luento 23

17



Prosessi alkaa yleensä konkreettisesta tarpeesta...

TUTA 20

Luento 23

19

Tuotekehityksessä klassinen ”prosessilista”

1. Konseptin kehittäminen ja alustava arvio

- tarpeen havaitseminen, markkinoiden ja kilpailun arviointi, alustava markkinaennuste
- ensimmäinen idea saattaa tulla yllättävistäkin suunnista
 - teknologia, markkinatutkimus, asiakkaat, työntekijät, kilpailijat...

2. Tuottavuuden ja talouden arviointi

- alustava tuote- ja prosessisuunnittelu, kustannusten arviointi, markkinoitiehdotus

3. Kehitystyö ja testaus

- prototyypit ja niiden testaus, markkinoitipolitiikka

4. Lopullinen suunnittelu

- lopullinen tuote, markkinoitisuunnitelma, ehdotus tuotannon aloittamiseksi, lopullinen kustannus ja hyöty -analyysi

5. Tuotanto

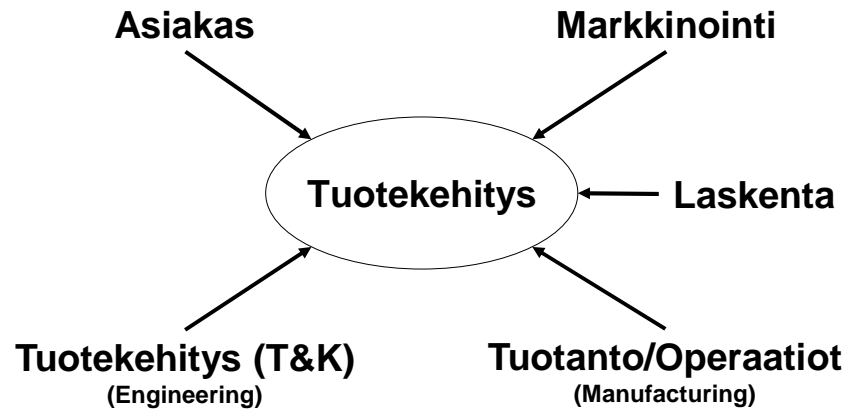
- tuotannon aloittaminen ja volyymien kasvattaminen, jakelu

TUTA 20

Luento 23

20

Onnistunut prosessi vaatii monta tahoa



Eri tahojen johtaminen varsin haasteellista

As the customer wanted it.



As Marketing interpreted it.



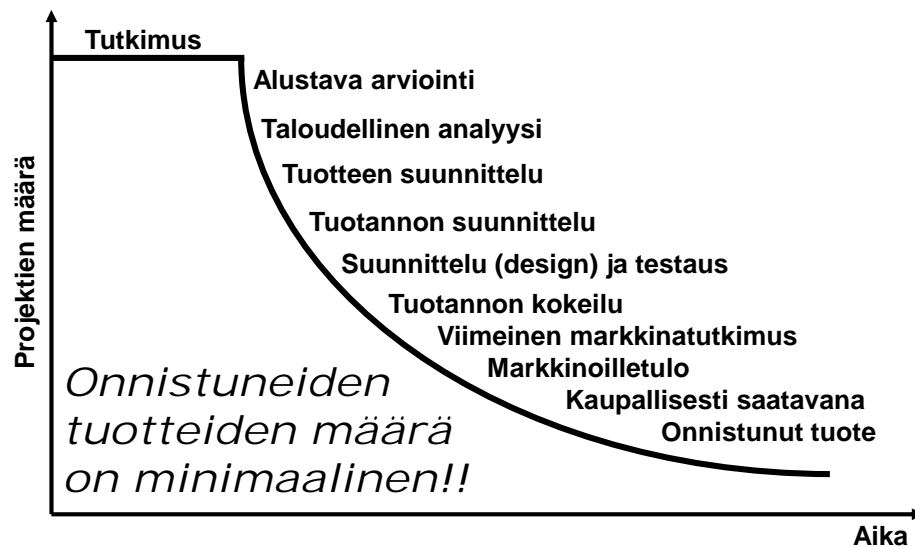
As Engineering designed it.



As Operations made it.



Tuotekehityksen todellisuus on raadollinen



Kilpailijat myös varsin raadollisia - the copycat economy -



Swiffer WetJet
Procter & Gamble

4-6kk



ReadyMop
Clorox Co.

Miten kopiointiriskiä voi laskea?

The Gillette Company

Lioresse NEW GENERATION SecureFit INVISIBLE

Nopea massatuotantokyky

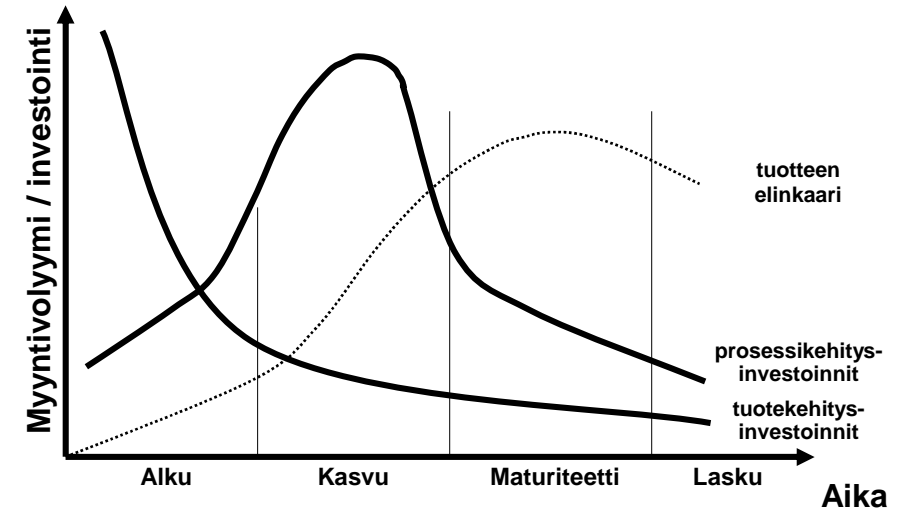
Jatkuva kehittäminen

Brandi

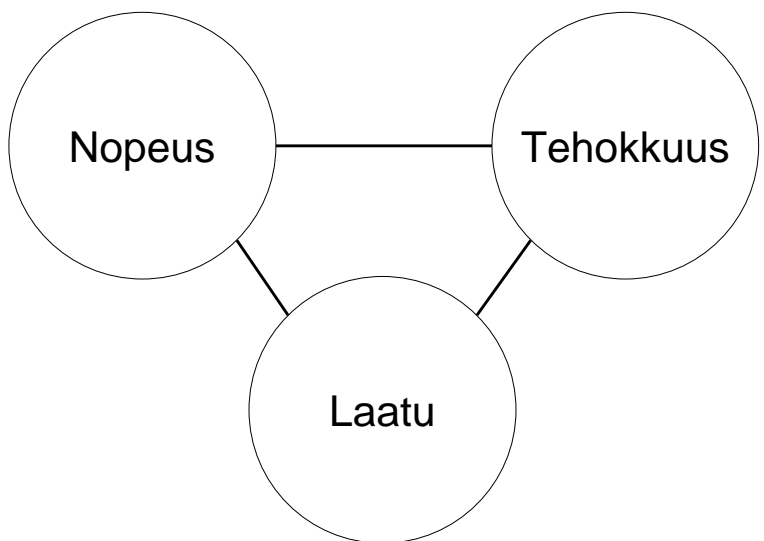
Unilever

Tuote vain "platform"

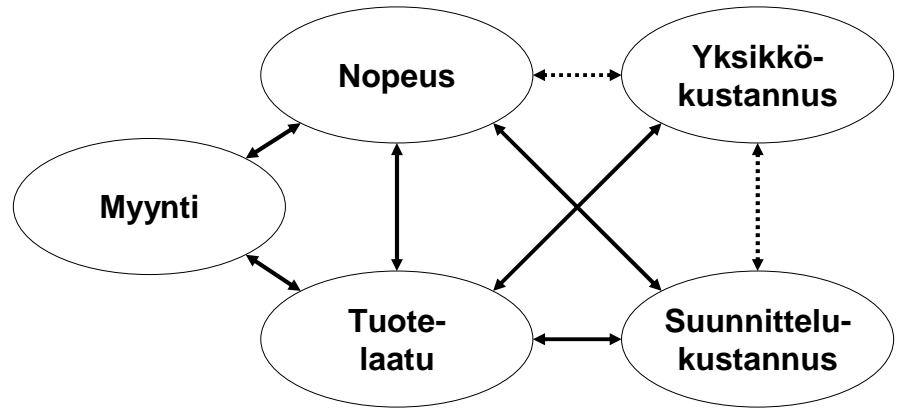
Kehitystyön painopiste elinkaaren mukaan



Tulosten arvioinnissa ei mitään ihmeellistä



Kehitysprosessissa tavalliset trade-offit



Oikeiden päätösten tekeminen koko kehitysprosessin aikana keskeistä onnistumisen kannalta

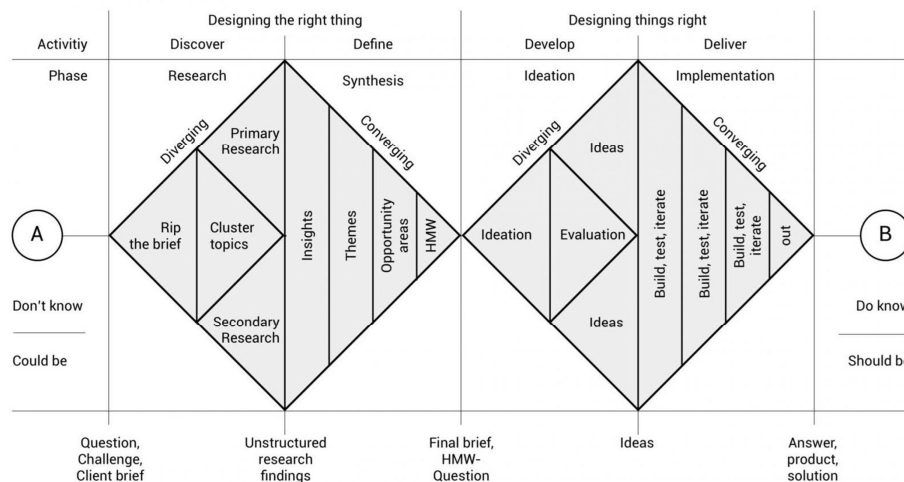
Haasteita joita pohditaan tälläkin hetkellä

- **Tuotekehitysportfolion koko ja tasapaino**
 - fundamental vs. radical vs. generation vs. incremental R&D
 - miten painopisteiden kuuluisi jakautua ja mikä on valtion rooli
 - kaikkien kehitysmuotojen sykli on kiihtymässä
- **Tuotekehityssyklin parempi hallinta**
 - esim. 286, 386, 486, Pentium, Pentium II, Pentium III jne.
 - huomioi tuotanto (DFM), älä katkaise sykliä, kouluta insinöörejä, CAD/CAM, rinnakkaissuunnittelu, standardikomponentit...
- **Parhaat tavat nopeuttaa kehitysprosessia**
 - oman organisaation taitojen ja prosessien kehittäminen
 - yritysysteistyö (esim. allianssit, joint ventures), palveluiden ostaminen, ratkaisun ostaminen, yritysostot...
- **Tuotteen kansainvälisyyden hallinta**
 - universaali vs. räätälöity tuote, myöhästyttämisstrategiat...

Suunnittelua tehdään myös palveluissa

- **Palveluiden suunnittelu kokonaisvaltaisempi ja useammin tehty kuin tuotteen suunnittelu**
- **Erityispiirteistä johtuen omat peruskysymykset**
 - asiakaskontaktien määrä ja ympäristö?
 - millainen kokemus on asiakkaan kannalta?
 - fyysiset esineet, aistittavat ja psykologiset hyödyt jne.
 - miten palvelu tuotetaan / toimitetaan? (standardoinnin aste)
 - miten asiakas vertailee eri palveluntuottajia?
- **Hyvin suunnitellulla palvelulla monia puolia**
 - yritysstrategiaan sopiva, käyttäjätavallinen, joustava, helppo-hoitoinen, tehokas (front- ja back-office), kustannustehokas, asiakkaalle näkyvä jne.

Palvelumuotoilu 2010-luvun kuuma konsepti



Mistä tuotekehitysongelmat usein johtuvat?

- **Luovuuden ja innovatiivisten ideoiden puute**
- **Asiakkaan tarpeita ei ymmärretä, analysoida ja kommunikoida riittävästi**
- **Huono suunnittelun aikainen poikki-funktionaalinen kommunikaatio**
- **Ongelmat/virheet löydetään liian myöhään**
- **Vaihtelulla/satunnaisuudella ikäviä seurauksia**
- **Liian monta yhtäaikaista projektia**
- **Aikaa ei ole koskaan riittävästi**
- **Johdon sekaantuminen prosessiin**

Tuotekehitystä voidaan yrittää parantaa

1. "Left-brain - right-brain cooperation"
2. Asiakastoiveiden huomioiminen (QFD)
3. Arvoanalyysi (Value Analysis)
4. Rinnakkaissuunnittelu (Concurrent Engineering)
5. Tuotannon huomioonottaminen (DFM)
6. Satunnaisuuden vaikutusten minimointi (Taguchi)
7. Projektien lukumäärän rajoittaminen
8. Eri aikavyöhykkeiden hyväksikäyttö
9. Tietotekniikan vahvempi hyödyntäminen

Havainnointi

Aivoriihi Hiominen
Koekappaleet Toteutus

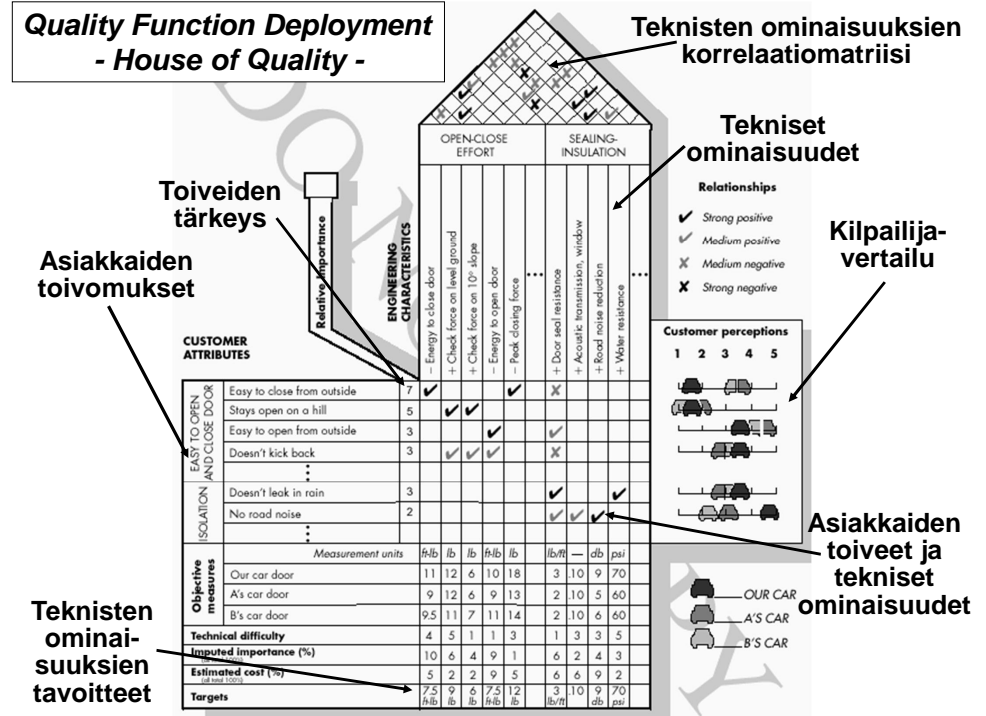
WHY CORPORATIONS TURN TO IDEO

Lots of well-known companies—including some we can't talk about—use the firm's services

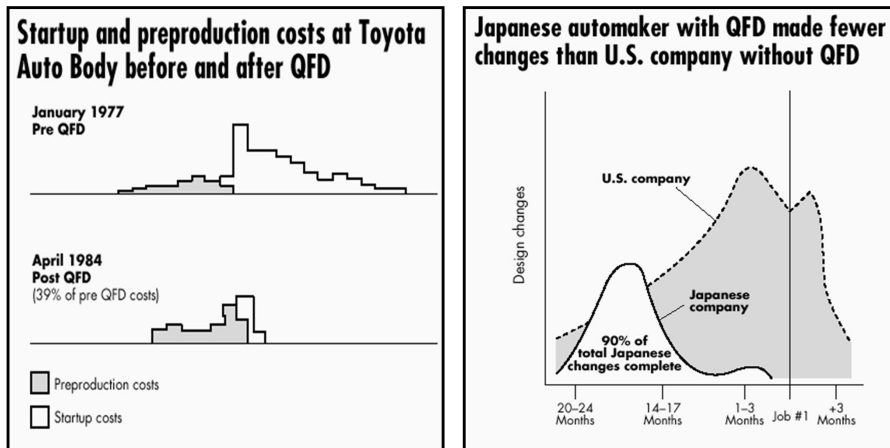
COMPANY	PROBLEM	SOLUTION
INTEL	Show computer makers the capabilities of its 2005 mobile platform chipset.	Build "concept" notebook—the 17-inch Florence—a wireless consumer appliance that replaces the TV, PC, DVD, and phone.
NESTLE	Kids are eating chocolate less because they are spending more time on their cell phones.	Conceive of new and exciting chocolate-eating experiences for the young set.
GLOBAL AUTO COMPANY (SECRET)	Feared being out of touch with Gen Y, the under-25 generation.	Do research on the values of the young. "Authenticity" turns out to be their most important concern.
LUFTHANSA	Needed to build first wireless remote for in-flight entertainment and cabin management.	Design a sleek handheld remote that orders movies, music, and food, dims lights, and cools air.
SAMSUNG	Decided in 1991 to elevate role of design in the corporation to overcome its reputation of making shoddy electronics.	Brought Samsung designers and managers to IDEO innovation workshops, created an innovation center, and jointly designed a series of products in the 1990s.
PHARMACEUTICAL CO. (SECRET)	Wanted to benchmark its speed of product development.	Produce research called HowFast Is Fast. The best speed: 8 to 14 months from idea to market.

Mikä tekee tuotesuunnittelusta vaikeata?

- Mitä asiakas haluaa? Ovatko kaikki asiakkaan toiveet samanarvoisia?
 - asiakkaiden toiveet hankala selvittää
 - fokus-ryhmät, asiakaskyselyt, markkinakartoitukset, -tutkimukset
- Tarjoaako toiveiden täyttäminen kilpailuetua?
- Mitä asiakkaiden toivomukset merkitsevät tuotteen teknisten ominaisuuksien kannalta?
- Miten tekniset ominaisuudet vaikuttavat toisiinsa?
- Mitkä ovat sopivat tavoitteet teknisille ominaisuuksille?



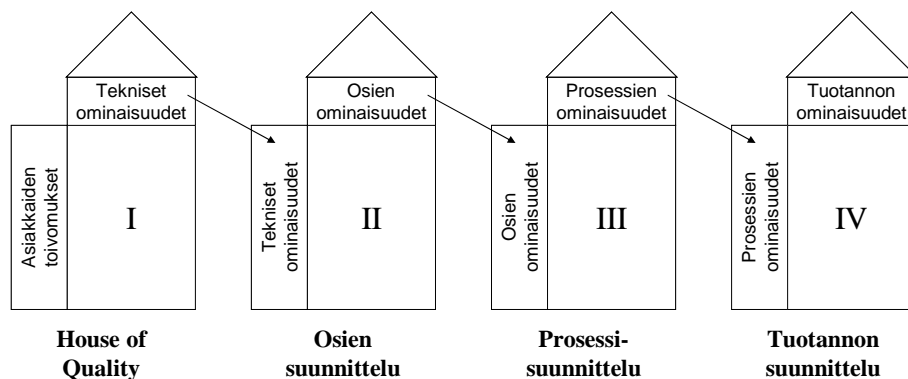
QFD:n käytöstä saadaan monia hyötyjä



QFD:n käytöstä saadaan monia hyötyjä

- Asiakkaan tarpeet paremmin huomioitu
 - suora yhteys asiakastytyväisyyteen
- Edistää teknisten muuttujien keskinäisen suhteen ymmärrystä
- Huomioi tuotannon aikaisessa vaiheessa
- Yhdistää yrityksen eri funktioita
- Edistää ryhmätyöskentelyä
- Fokusoii suunnittelua
- Nopeuttaa suunnitteluprosessia
- Vähentää suunnittelumuutoksia
- Vähentää suunnittelu- ja tuotantokustannuksia
- Parantaa suunnitteluprosessin dokumentointia

Asiakkaan ääni kuuluu tuotantoon asti



Arvoanalyysi - value analysis -

- Arvoanalyysin tavoitteena tuottaa asiakkaan näkökulmasta vähintään yhtä hyvä tuote alhaisemmalla hinnalla
 - mitkä ovat asiakkaan kannalta keskeisimmät ominaisuudet?
 - kustannus vs. hyöty -ajattelumallin operationalisoimista
- Pyritään vastaamaan arkisiin kysymyksiin
 - mitä hyötyä / tarkoitusta asiakas hakee tuotteesta
 - onko joku ominaisuus asiakkaan mielestä liian hyvä?
 - onko tuotteessa ominaisuuksia joita asiakas ei arvosta?
 - maksaako tuote enemmän kuin siitä on asiakkaalle hyötyä?
 - voidaanko tuottaa halvemmalla (materiaali, koneet, työtavat)?
 - esim. standardiosat, osien yhdisteleminen, kevyempi tuote..?
 - voiko joku muu ratkaisu tehdä saman tehtävän paremmin?
 - voiko joku muu tuottaa halvemmalla, paremmin tai nopeammin?

Arvoanalyysillä säästöjä ”tuotteen ympäriltä”

- case QB:n käärepaperin koko -



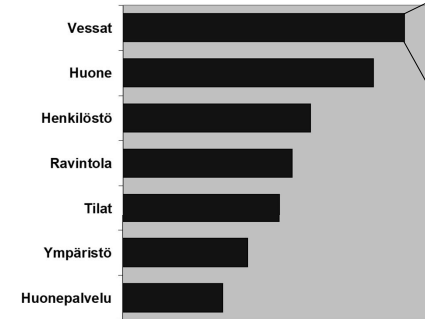
12% pienempi paperi riitti hyvin!

(from 29*33cm to 28*30,5cm = miljoonasäästöt J)

Return on Quality

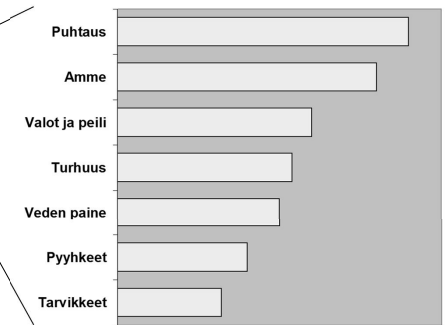
- case hotellipalvelun kehittäminen -

Miten uusia asiakkaita?



Kokonaisuustyytyväisyys muuttujien tärkeys

Vessamuuttujien keskinäinen tärkeys



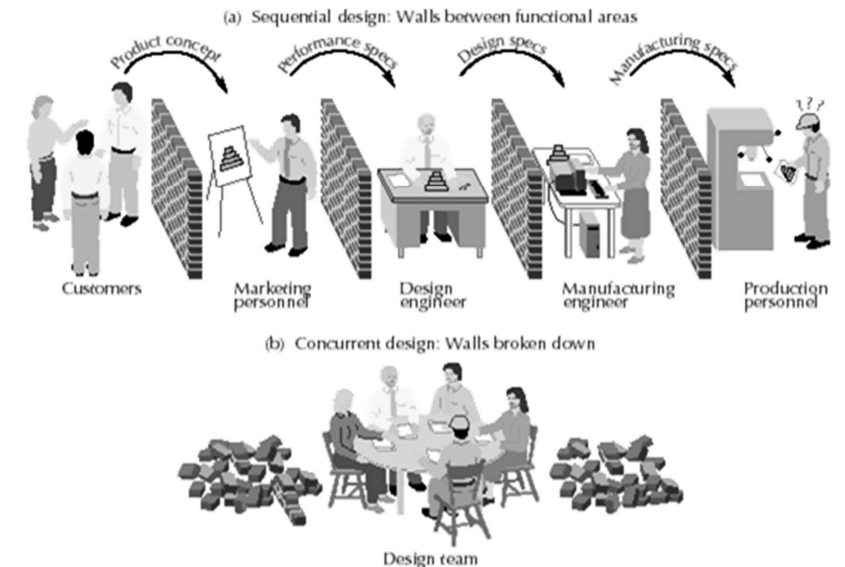
Paljonko kannattaa investoida?

Rinnakkaissuunnittelu

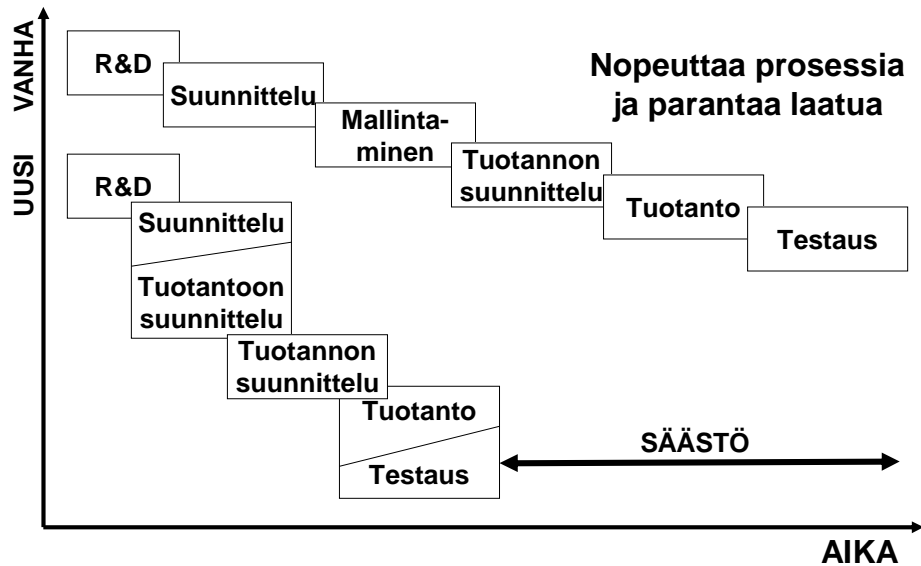
- concurrent engineering -

- **Kulttuuri ja johtamisfilosofia, jossa poikkitoiminnollinen suunnittelutiimi suunnittelee samanaikaisesti tuotteen ja sen valmistamiseen tarvittavan tuotantoprosessin**
 - tavoitteena suunnitella kaikki tuotteen elinkaarta jossain vaiheessa koskevat asiat samanaikaisesti ja kerralla oikein esim. layout, ergonomia, työpsykologia, kustannukset, laatu, jakelu, markkinointi, hallinto
- **Vaatii onnistuakseen monia asioita**
 - monitaitoinen henkilöstö, yhteistyön johtaminen, systemaattiset tuotekehitysmenetelmät jne.
 - tavalliset tiimityön ongelmat usein pullonkaulana

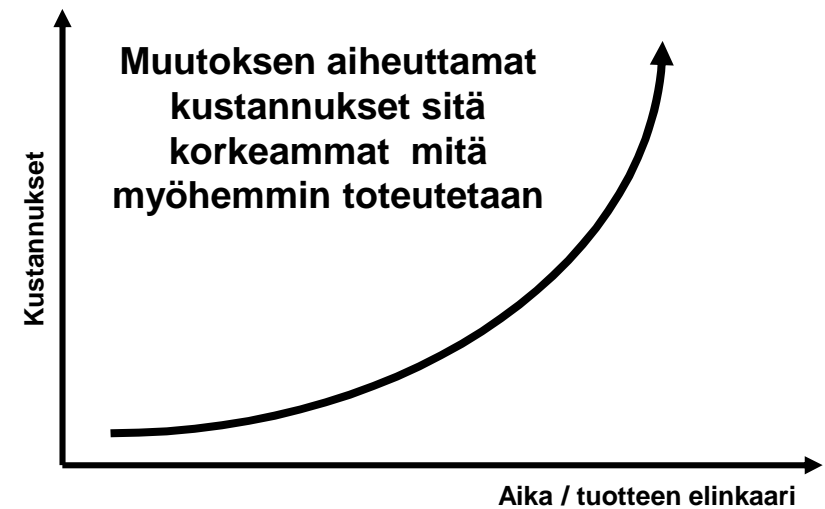
Rinnakkaissuunnittelu yksinkertaistettuna



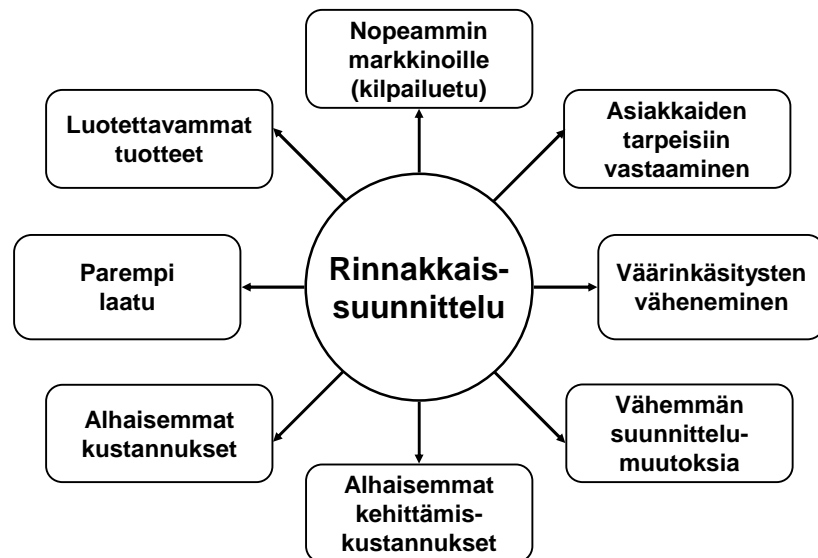
Rinnakkaissuunnittelulla konkreettisia etuja



Rinnakkaissuunnittelulla konkreettisia etuja



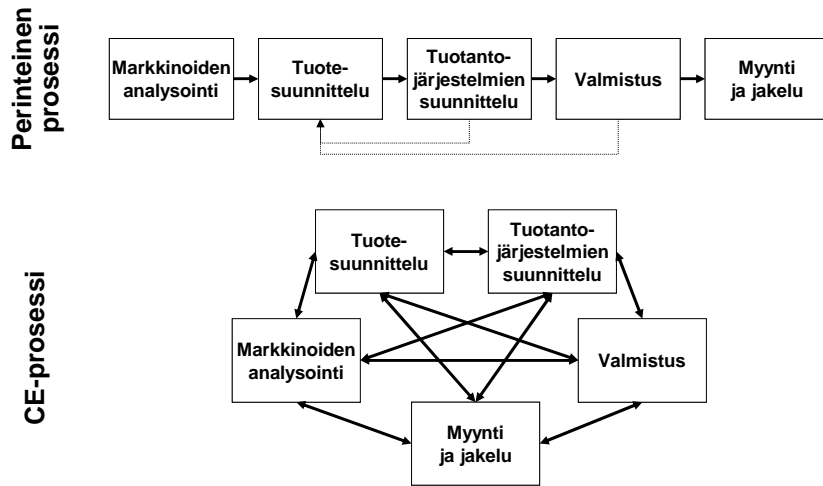
Rinnakkaissuunnittelulla konkreettisia etuja



Edut eivät pelkästään teoriaa! - case 10 amerikkalaisyrityksen saavuttamat hyödyt -

Tuotekehitysprosessin kesto	-20-70%
Suunnittelumuutosten määrä	-25 %
Kokoonpano-aika	-83 %
Tuotantoprosessin saanto	40% => 99,9%
Korjaus- ja uudelleentyöstökustannukset	-95 %
Tuotteet osien lukumäärä	30kpl => 10 kpl
Materiaalikustannukset	-45 %
Varastoitavien osien määrä	-98 %

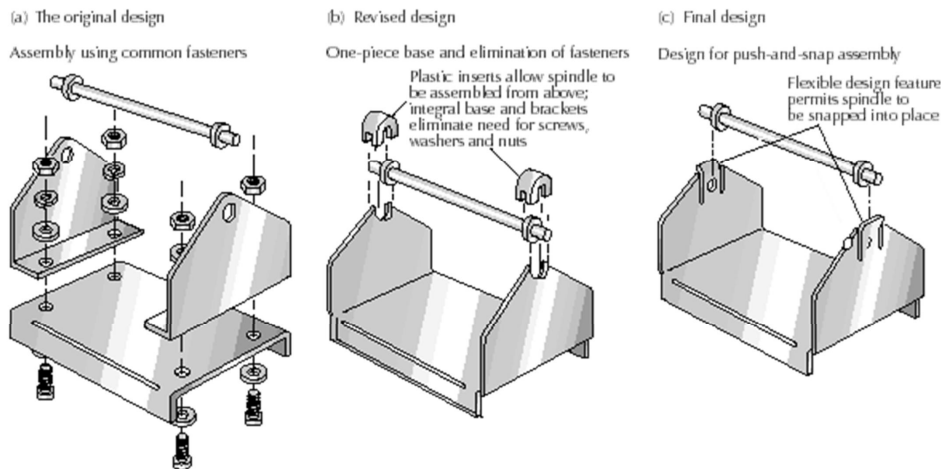
Tietovirrat muuttavat myös muotoaan



Valmistusvaihe kannattaa huomioida aikaisin - design for manufacturing (DFM) -

- Ajatuksena huomioida tuotantoprosessin ominaispiirteet jo tuotesuunnitteluvaiheessa
 - tavoitteena helppo ja taloudellisesti tehokas tuotanto
- Sisältää monia suunnitteluperiaatteita
 - yksinkertaistaminen, standardointi, modularisointi
 - osien kappalemäärän ja erilaisten tyyppien minimointi, osien monikäyttöisyyden maksimointi, komponenttien standardointi, tuotantovaiheiden minimointi, kiinnitysten ja tarvittavien työkalujen minimointi, yhteen napsahtavien osien maksimaalinen käyttö, valmistusajan minimointi, tarvittavien työaitojen minimointi jne.
 - sopii käytettäväksi myös palveluprosessien suunnittelussa
- Kehittynyt ulkoisesta paineesta muuttaa aikaisempia toimintatapoja
 - "we design it, you build it" -toimintatavalla monia huonoja puolia

Valmistuksen huomioiminen esimerkki



Muita tunnettuja suunnitteluperiaatteita

- **Kokoamisprosessin huomioiminen (design for assembly)**
 - osien määrä, erilaiset mahdolliset kokoamistavat ja -järjestykset
 - tavoitteena laskea kustannuksia ja varmistaa tuotantolaatu
- **Huollettavuuden huomioiminen (design for serviceability)**
 - tuotteiden myöhemmän huollettavuuden ja ylläpidon maksimointi
- **Kierrätyksen huomioiminen (design for recycling)**
 - esim. materiaalivalintojen ja osien myöhemmän erottelun vaikutukset tuotannolle (dis-assembly)
- **Ympäristövaikutusten huomioiminen (design for environment)**
 - ympäristövaikutusten minimointi koko tuotteen elinkaaren aikana

Taguchi ja robust design

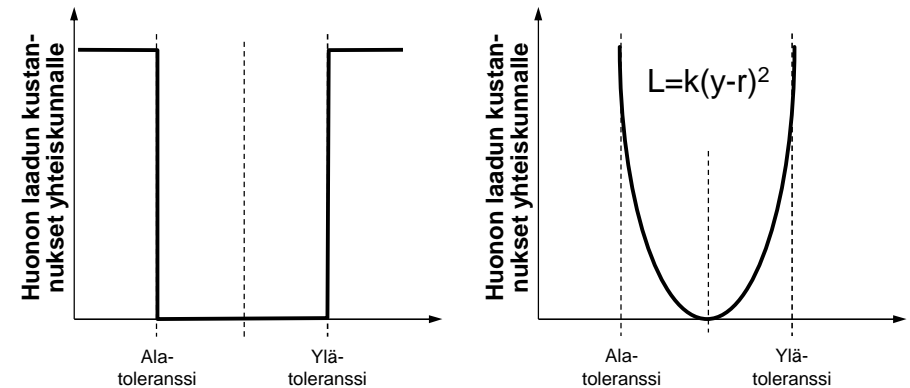


Virheiden määrä: sama

Korjausten määrä: eri

Miksi?

Laatu ei ole joko-tai asia!



Traditionaalinen näkökanta

Taguchin näkökanta

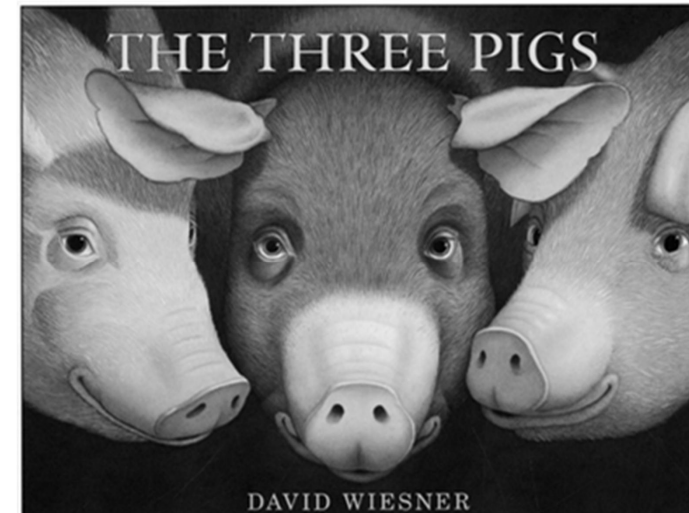
Taguchin kontribuutio tuotesuunnittelulle

- **Tavoitteena tappiofunktion (quality loss function) minimointi varianssia minimoinnilla**
 - satunnaisuuden vaikutus otetaan huomioon jo tuote- ja prosessisuunnittelussa
 - suunnitellaan tuote niin, että satunnaisuudella olisi vain minimaalinen vaikutus tuotteen hyvyyteen (ns. robust design)
 - prosessin satunnaisuus pyritään luonnollisesti eliminoimaan
 - eliminointi vaatii selvittämään miten mikäkin muuttuja vaikuttaa prosessin tuotokseen; valtava määrä mahdollisuuksia mutta "design of experiments" avulla voidaan merkittävästi pudottaa testattavien kombinaatioiden määrää
 - käytännössä tappiofunktion yhteiskunnallisten kustannuksen määrittely hankalaa



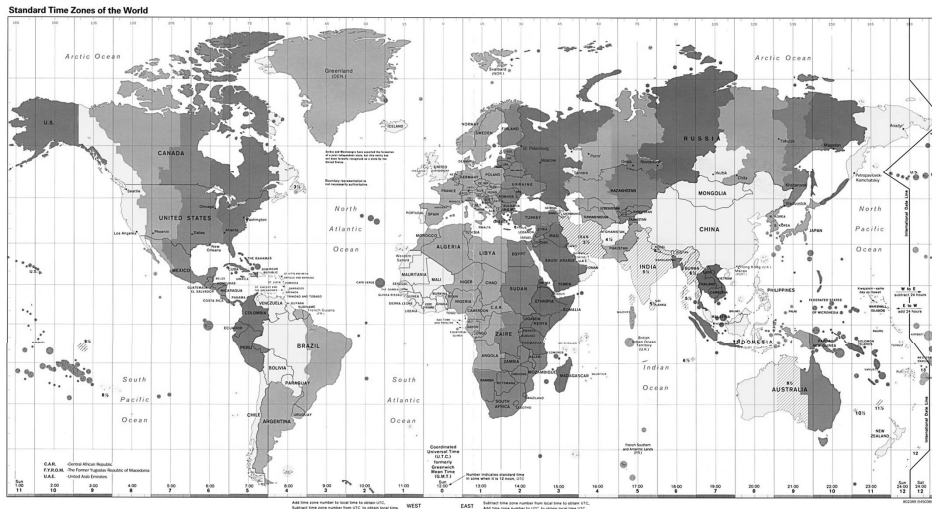
Tuotesuunnittelijoiden tulee siis huomioida sekä kohdennettavat että satunnaiset muuttujat ja minimoida niiden vaikutus tuotettuun tuotteeseen

Insinöörien projektien rajoittamisesta hyötyä



projektit tulevat tehtyä loppuun kun tylsät viimeistelyt käytännössä pakollisia

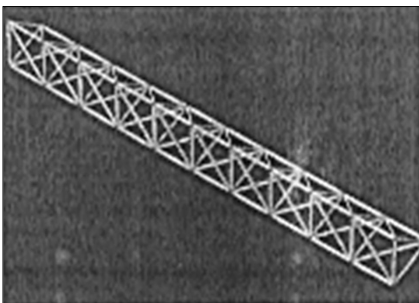
Tutkimusta mahdollista tehdä 24t päivässä



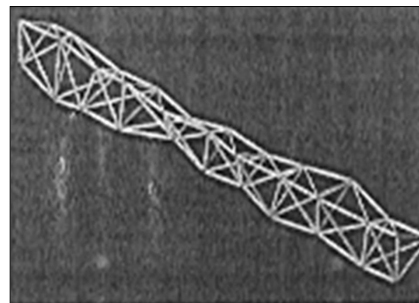
Tietotekniikan hyväksikäyttö kannattavaa

- **Tietotekniikalla entistä merkittävämpi rooli tuotekehityksessä**
 - parantaa laatua, lisää nopeutta, kasvattaa suunnittelu-mahdollisuuksia, kehittää kommunikaatiota
- **"Perinteiset" ratkaisut laajassa käytössä**
 - CAD - computer aided design (mm. suunnittelu)
 - CAE - computer aided engineering (mm. testaus ja analysointi)
 - CAM - computer aided manufacturing (mm. tietojen siirto koneille)
- **Uudet mahdollisuudet yleistymässä**
 - virtuaalinen tuotesuunnittelu
 - engineer-to-engineer internet-ratkaisut
 - tietokantaratkaisut
 - tekoäly

IT-teknologia tuonut uusia näkökulmia - case satelliittien aurinkopaneelien palkit -



Yleinen käytetty ratkaisu



Koneen ehdottama ratkaisu

Tekoäly, asiantuntijajärjestelmät, neuraaliverkot ja geneettiset algoritmit vihdoinkin lunastamassa lupauksiaan

Aina ei onnistu vaikka kuinka yrittäisi!

