

Jakelukeskeytyksettömät menetelmät sähköverkon töissä

Diplomityö

Verkonrakennuttaja- ja verkostourakointipäivät 2012



Taustoja

- Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoululle vuoden 2012 aikana tehty diplomityö
- Teettänyt Energiateollisuus ry, rahoittanut Sähkötutkimuspooli

Työn ohjaajat

Pertti Lindberg, Energiateollisuus ry
Tuomas Maasalo, Energiateollisuus ry

Työn valvoja

Prof. Matti Lehtonen, Aalto-yliopisto

Ohjausryhmä

Timo Pekonen, Empower Oy
Arto Lihavainen, Enerke Oy
Martti Mäkiranta, Elenia Verkko Oy
Tero Kuusisto, Fortum Sähkönsiirto Oy

Sisältö

1. Lähtökohdat ja työn tavoite
2. Tutkimusmenetelmät
3. KAT-menetelmien määrittely
4. Haastatteluiden tulokset
5. Kansainvälinen selvitys
6. Kehittämistarpeet
7. Laskennallinen tarkastelu
8. Johtopäätökset ja jatkotutkimuksen tarve

Lähtökohdat

- Osa yhtiöistä tilaa kaikki suunnitellut työt jakelukeskeytyksettömänä – valtaosa tehdään katkotyönä.
- Jännitetyön teoreettinen käyttöpotentiaali sauvamenetelmällä 60 % suunnitelluista töistä, jotka muuten aiheuttaisivat jakelukeskeytyksen.
- Kolmannella valvontajaksolla KAH:n vaikutus kasvanut merkittävästi.

Työn tavoite

1. Jakelukeskeytyksettömän työn reunaehtojen kartoitus

- Tekniset edellytykset ja rajoitteet
- Taloudelliset vaikutukset
- Tilaajan ja tuottajan tahtotilojen selvittäminen

2. Hyötyjen määrittäminen sekä verkkoyhtiön että palveluntuottajan kannalta

- Regulaation vaikutus
- Hyöty työn teettämisessä ja tekemisessä

3. Työkalu työmenetelmien käytettävyyden arviointiin

- Työmenetelmien kustannusten laskennallinen tarkastelu
- Kokonaishyödyn määrittäminen suorien urakkakustannusten sijasta

4. Tietoisuuden lisääminen työmenetelmistä ja käyttömahdollisuuksista

- Edellytykset nykyisten menetelmien käytön laajentamiselle

5. Kansainvälinen selvitys

- Uusia työmenetelmiä tai toimintatapoja?

Millä tavoin tutkimustulokset saatu?

- Tutkimus on toteutettu haastattelemalla verkko- ja palveluntuottajayhtiöiden edustajia sekä Energiamarkkinaviraston ja jännitetyöhön kouluttavan yhtiön edustajia.
- Kansainvälinen selvitys:
 - Ruotsalaisten ja norjalaisten toimijoiden haastattelut.
 - Euroopassa käyttämällä sähköpostikyselyitä ja kirjallisia lähteitä.
- Haastatteluita tehtiin kaikkiaan 22.

KAT-menetelmät – Keskeytyksiä aiheuttamattomat työmenetelmät

Työt, jotka muuten aiheuttaisivat jakelukeskeytyksen

- Jännitetyö - JT
 - Sauvamenetelmä
 - Työ eristävin käsinein
 - Työ kohteen potentiaalissa
- Tilapäinen korvaava syöttö
 - Siirrettävä varavoima
 - Siirrettävä muuntaja
 - Ohituskaapelit ja -jompit
 - Varayhteydet (rengasverkko)

Haastattelusta saadut tulokset

KAT-menetelmien nykytila ja kipupisteitä 1/2

- Näkemykset työmenetelmistä ja niiden käytettävyydestä erosivat palveluyhtiöistä toiseen ja verkkoyhtiöstä toiseen.
- Myös joidenkin työmenetelmien urakkahinnat vaihtelivat suuresti.

Jännitetyö

- Tekniset rajoitteet vanhassa verkossa.
- Tekninen käytettävyys on nyt lähinnä vain ilmajohtoverkossa.
- Nähdään usein rajoittuneena, pieneen osaan töistä soveltuvana menetelmänä

Ohituskaapelit

- Näkemykset ohituskaapeleista vaihtelevat: toiset pitävät raskaina ja hankalina, toiset kätevinä.

Varavoima ja varamuuntajat

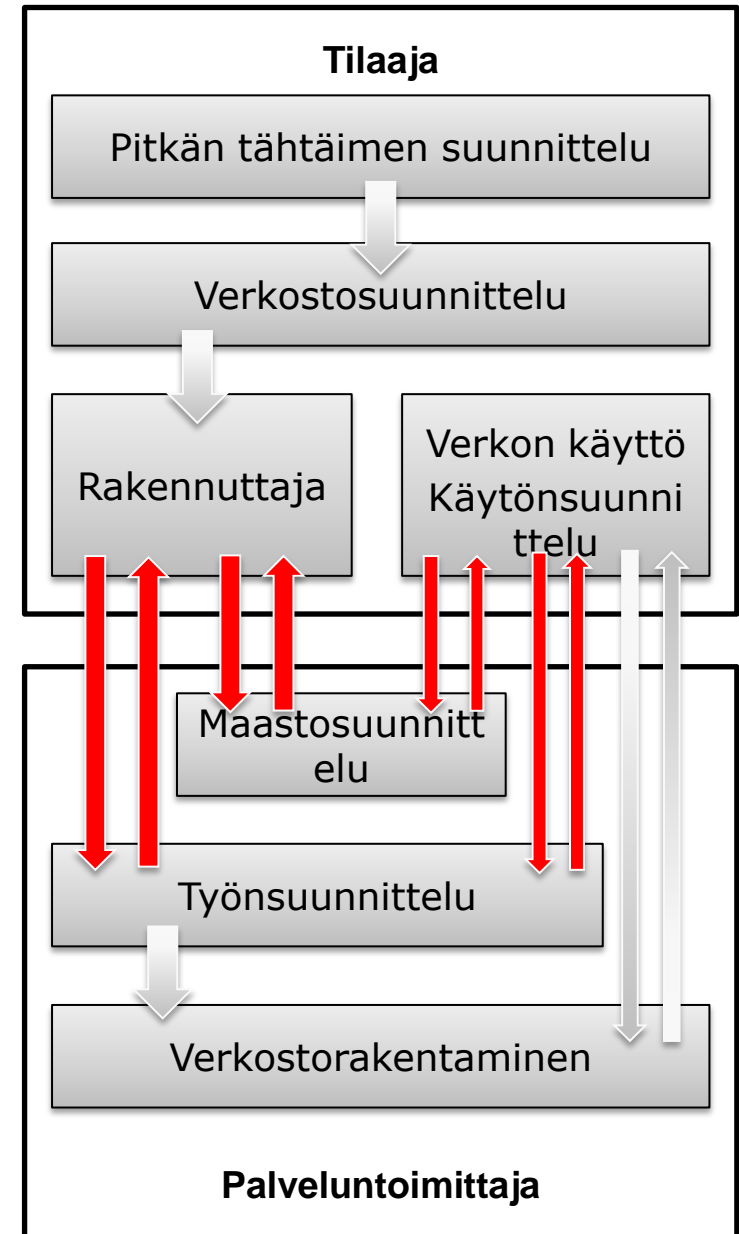
- Varavoima nähdään usein kalliina ja aikavievänä.
- 20 kV:n verkkoon liitettävä aggregaatti-muuntamoyhdistelmä koettiin kiinnostavaksi.

KAT-menetelmien nykytila ja kipupisteitä 2/2

- Jakeluverkon rakenne on yhtiökohtainen.
 - Edesauttaa tai rajoittaa työmenetelmien käyttöä.
- Palveluyhtiöissä, joissa KAT-menetelmät on jo otettu käyttöön, on menetelmien hyödyt tunnistettu yhtiön normaalissa toiminnassa.
 - Kun investointi osaamiseen on tehty, odotetaan enemmän tilauksia verkkoyhtiöiltä.
- Miksi tilaaminen ja toimittaminen eivät kohtaa?
 - Viesti työn tilaamisesta jakelukeskeytyksettömänä katoaa matkalla, jo usein verkkoyhtiön sisällä.
 - Kommunikaation kehittämistarve kriittisissä linkeissä



Palveluntoimitusketjun kriittiset linkit



Tilaaaja-palveluntuottajaketju

- Verkkoyhtiöissä ei usein ole tehty laskelmia keskeytysjärjestelyjen aiheuttamista kustannuksista tai arvioitu keskeytyksestä aiheutuvan haitan rahallista arvoa.
- Palveluyhtiöissä KAT-menetelmien urakkahinnat perustuvat usein varovaisuuteen, eivätkä laskettuihin kustannuksiin.
 - Kustannusten arvioiminen on vaikeaa, kun tilauksia on vähän.
- Tilaaaja-palveluntuottajamalli on vielä kehittymässä, mikä asettaa haasteita uuden kehittämiselle.
 - Palveluntarjoajien alueellinen vähyys voi hidastaa menetelmien käyttöönottoa merkittävästi, jos menetelmien osaamista alueella ei ole.
- Suunnittelemattomuus; Keskitytään arkipäivän tekemiseen pitkän aikavälin toiminnan kehittämisen sijaan.
- Nykyiset kausisopimukset ohjaavat lyhyen tähtäimen suunnitteluun

Kansainvälinen selvitys – Ruotsi ja Norja

Tilanne on samankaltainen kuin Suomessa: työmenetelmien käyttöä rajoittavat lähinnä vallitsevat asenteet.

Eroja Suomeen:

- Ruotsissa valtakunnallinen, verkko- ja palveluyhtiöitä yhdistävä työryhmä perustettu menetelmien kehittämiseen.
 - Toimii Svensk Energin alaisuudessa.
 - Valtakunnalliset tavoitteet käytön edistämisessä.
- Työ eristävin käsinein ja kohteen potentiaalissa otettu käyttöön Ruotsissa ja Norjassa.
- Pohjoismainen yhteistyö toimii: kokemuksia työmenetelmistä jaetaan yli valtiorajojen.

Mahdollisia ratkaisuja ongelmiin:

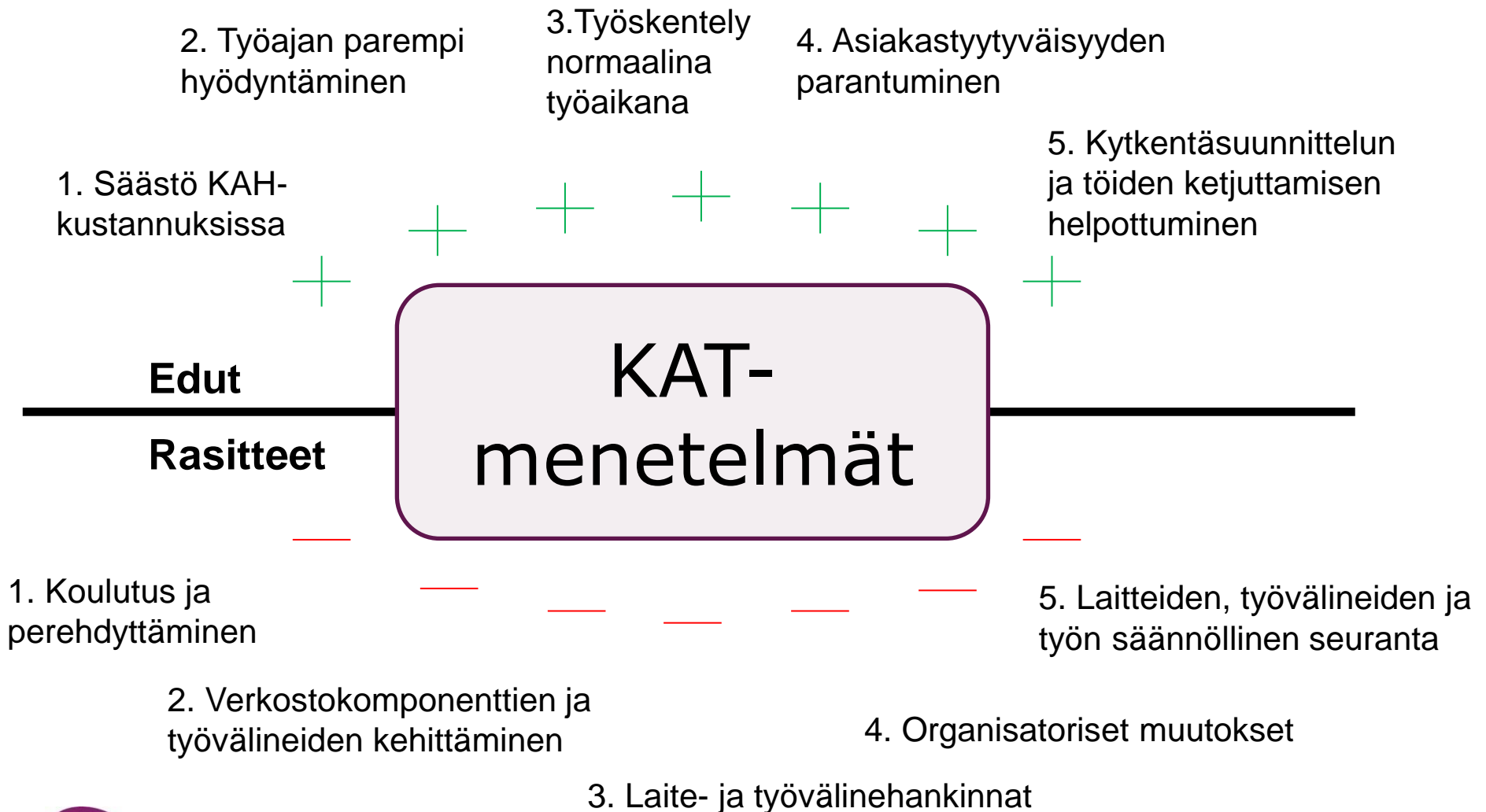
- Kolmivaiheinen liittäminen (mm. maakaapelit)
- Muuntamohuollot



Kuva: Fortum Distribution AB

- Pylväänvaihto johtosuorilla, kulmakohdissa
- Teleskooppipylväät

Menetelmien edut ja rasitteet



Mitä KAT-menetelmien käyttöönotto vaatii?

Kehittämistarpeet 1/2

- **Sitoutuminen tilaamiseen ja toimittamiseen**
 - KAT-menetelmien oltava ensisijainen tapa tehdä töitä.
 - Strateginen päätös toimintatavan muutokselle, jolloin luodaan paine projektipäälliköille, työnjohdolle ja esimiehille toiminnan kehittämiseksi
 - Vaatii henkilöstön perehdyttämistä ja sitouttamista johtotasolta strategisen päätöksen viemiseksi läpi tilaus-toimitusketjun.
 - KAH-kustannukset suunnitelluissa töissä nähtävä todellisina kustannuksina
- **Koulutus ja ohjeistus**
 - Henkilöstön perehdyttämisen lisäksi muutosta edesauttaa toimintaohjeistuksen laatiminen henkilöstölle
 - Työmenetelmien käytettävyyden ja taloudellisen kokonaishyödyn ymmärtäminen
 - Riittävän ja laadukkaan koulutuksen takaaminen myös jatkossa
- **Yhteistyö**
 - Verkkoyhtiöiden ja palveluntuottajien löydettävä yhteinen tahtotila menetelmien käytön edistämiseksi
 - KAT-menetelmät mahdollistava verkon rakenne kehitettävä yhdessä laitevalmistajien kanssa



Kehittämistarpeet 2/2

- **Työmenetelmien koekäyttö**

- Työmenetelmien käyttöönotto vaatii oppimisjakson, jonka aikana on riittävästi harjoitusta.
- Alkuun tekeminen voi olla kalliimpaa ja siten urakkahinnat suuremmat.
- Työmenetelmät on otettava käyttöön, jotta taloudelliset vaikutukset ja käytettävyys voidaan todeta omassa toimintaympäristössä.
- Alkuinvestoinnit on nähtävä sijoituksena osaamiseen

- **Taloudellinen ohjautuminen tarjouspyynnöissä ja sopimuksissa**

- Ohjaus KAT:iin kannustimien ja sanktioiden avulla:
 1. Keskeytysmääriin tai -tunteihin sidottu tulostavoite
 2. Tilaajan asettama raja katkotunneille
 - Laatubonus ja -sanktio
 3. Laatupesteytys osana kilpailutusta
- Verkkoyhtiön on kannustettava palveluntuottajaa jakelukeskeytysten vähentämiseen

- **Jakeluverkkoa rakennettava siten, että rakenne mahdollistaa KAT-menetelmien käytön**

- Kehitettävä menetelmiä tukevia laitteita ja komponentteja, jos niitä ei jo ole.



Laskennallinen tarkastelu

Laskennallinen tarkastelu

Esimerkki: Erotinhuolto jännitetyönä

Hinnat suuntaa-antavia

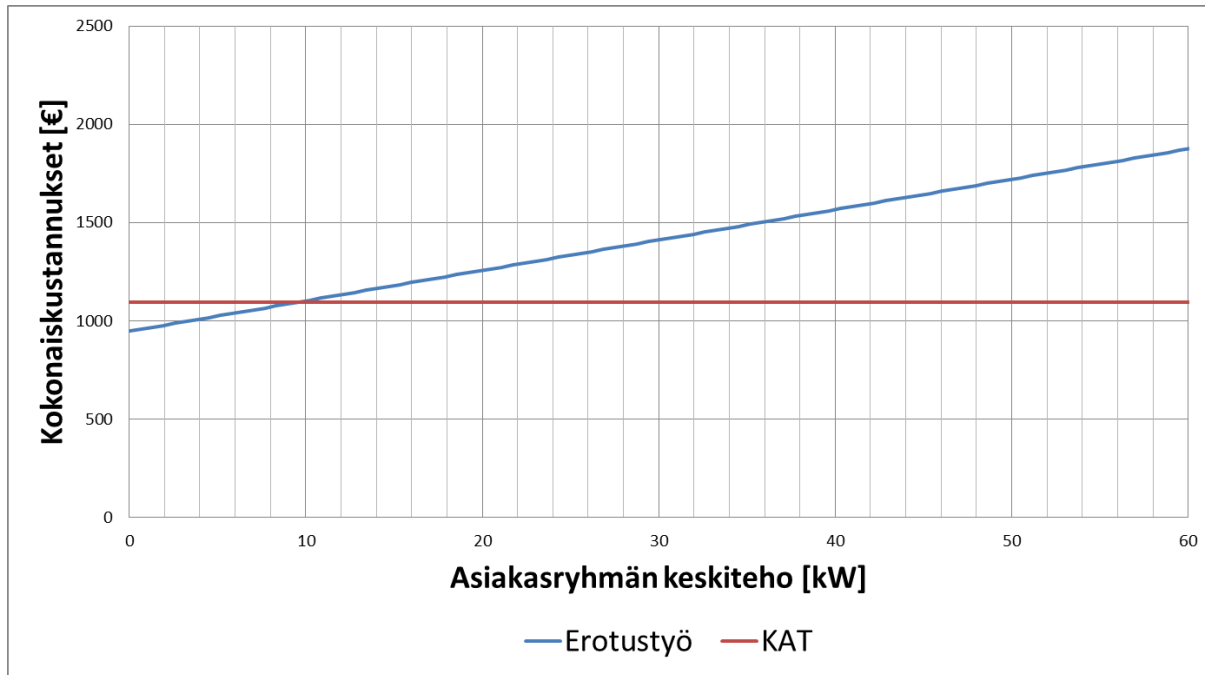
Kustannukset keskimäärin eri töissä:



	KAT / JT	Keskeytystyö	
	Normaali-työaikana	Normaali-työaikana	Muuna aikana
Verkkoyhtiö:			
Suunnittelu	18	18	18
Keskeytysilmoitukset	0	105	105
Käyttö ja käytönsuunnittelu	53	88	88
KAH-kustannukset	0	259	259
Yhteensä	71	470	470
Palveluntuottaja:			
Suunnittelu	47	38	50
Kytkenät	0	125	188
Asennustyö	433	238	356
Ajoneuvot	50	50	50
Yhteensä	530	451	644
Kokonaissumma	601	921	1114

- KAT-menetelmien urakkakustannukset ovat enää vain hieman erotustyötä suuremmat.
 - KAH-kustannukset tekevät erotustyöstä kalliimpaa.

Laskennallinen tarkastelu



Esimerkki: Pylväänvaihdon kustannukset keskeytysalueen keskitehon funktiona

Yhtiöiden on määritettävä taloudellisen toiminnan rajat työmenetelmille

- tarkasteltava kokonaishyötyä
- Verkkoyhtiön määritettävä hinta keskeytystunnille ja raja-arvo keskeytysalueen teholle.

Esimerkiksi:

- rahallinen arvo keskimääräiselle keskeytystunnille
- raja-arvo keskeytysalueen keskiteholle

Johtopäätökset

- Suurimpana esteenä KAT-menetelmien käytölle näyttää olevan yleinen asennoituminen ja tietoisuuden puute.
 - Tutkimuksen ja laskelmien puute.
 - Ennakkoluulot ja vanhat tottumukset.
 - Perehdyttämisen puute.
- Palvelun tilaaminen ja toimittaminen eivät kohtaa:
 - Viesti jakelukeskeytyksettömästä työstä katoaa matkalla.
- Yhteistyön puuttuminen:
 - Tarve verkko- ja palveluyhtiöiden yhteiselle foorumille, jossa kehitetään työmenetelmiä ja jaetaan niistä saatuja kokemuksia.
 - Esimerkiksi valtakunnallinen työryhmä työmenetelmiä kehittämään ja mahdollisesti osallistumaan pohjoismaiseen yhteistyöhön.
- Vaatii kokonaisyödyn määrittämistä verkkoyhtiöissä ja hyödyn jakautumisen verkko- ja palveluyhtiön välillä.

Jatkotutkimuksen tarve

Haastatteluissa nousi esille muutamia kehittämiskohtia:

- Varausvirtojen vaikutukset maakaapelin liittämisesssä tutkittava
- Järjestelmien kehittäminen KAT-menetelmät huomioivaksi
 - Kehityskohtina töiden dokumentointi ja tiedon siirtyminen verkko- ja palveluyhtiön välillä
 - Esim. JT-liittimet dokumentoitava niin, että tietoa voidaan hyödyntää
 - KAT-töiden seuranta oltava helppoa
- Verkostokomponenttien kehittäminen menetelmiä tukeviksi
 - Valmistajien ja käyttäjien tavoitteet eivät nyt aina kohtaa
- Uusien työmenetelmien teknistaloudellinen arviointi