

Tietoliikenneverkon hallinnan vaatimukset Human Factors - näkökulmasta

Goodnet päätösseminaari 19.10.2012

Marja Liinasuo, Leena Norros, Pirkko Kuusela, Jorma
Kilpi, VTT

Sisältö

- Tutkimusongelmat
- Tiedonkeruumenetelmät
- Haastattelujen taustatietoa

- Verkko ja verkko-operaattorin työ
 - päätoimijat ja niiden välinen vuorovaikutus
 - perustehtäväänalyysi verkko-operaattorin työstä (verkonhallinta)

- Inhimilliset tekijöiden merkitys verkon käyttövarmuudessa
 - inhimilliset virheet verkonhallinnassa
 - työvälineet ja työtavat verkonhallinnassa
 - verkon vaatima hallinta

- Johtopäätöksiä

Tutkimusongelmat

- 1) Miten verkko-operaattorit hahmottavat verkon työnsä kohteena
- 2) Miten verkko-operaattorit hahmottavat oman työnsä
- 3) Miten verkko-operaattorit vaikuttavat verkkoon, ja mikä on virheiden vaikutus verkon luotettavuuteen?
- 4) Minkälaisia ovat työvälineitä ja toimintatapaa koskevat vaatimukset verkonhallinnassa
- 5) Mikä on self-x –toimintojen rooli verkonhallinnan näkökulmasta

Tiedonkeruumenetelmät

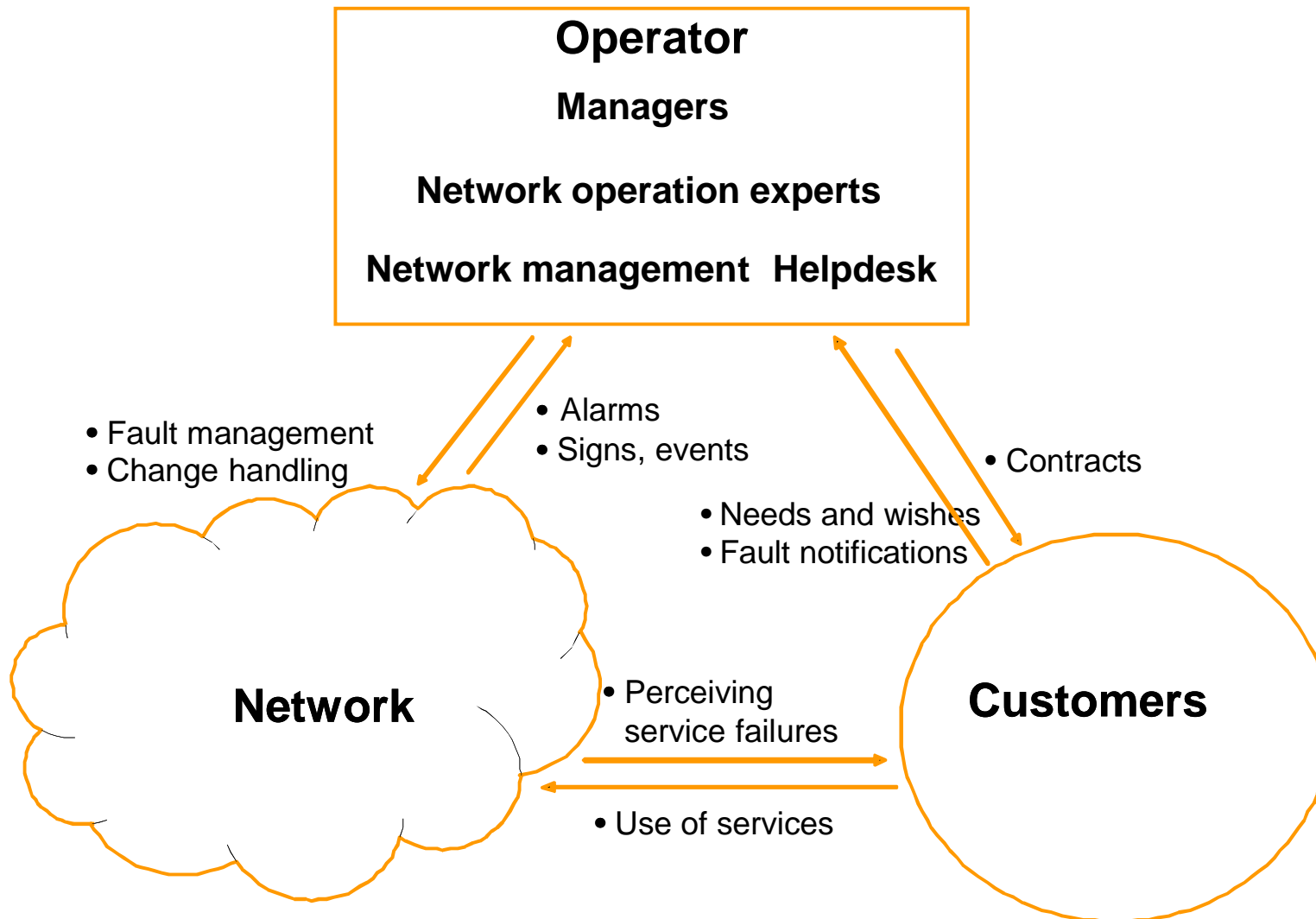
- Haastattelututkimuksia
 - Kaksi suomalaista, yksi espanjalainen, yks ranskalainen yritys
 - 62 haastateltua verkkoasiantuntijaa
 - Henkilökohtainen haastattelu, ainoastaan haastatteli(t) ja haastateltava paikalla
 - Haastattelun kesto noin 1,5-2 tuntia
 - Haastattelut äänitettiin, litteroitiin tekstiksi ja analysoitiin
- Todellisen vikatapahtuman käsittely: kaksi verkko-operaattoria, noin 2 h
- Verkonvalvonnan työvälineiden esittely valvomotilassa, noin 2h
- Yhteinen teema kaikille tutkimuksille: verkonhallintatyön vaatimukset
- Lisäksi jokaisessa tutkimuksessa oma erityispiirteensä
 - Operaattorityön vaikutus verkon käyttövarmuuteen (IPLU) (<http://iplu.vtt.fi/>)
 - Työtavat ja työvälineet verkonhallinnassa (Goodnet)
 - Self-x -toiminnot verkonhallintatyössä (UniverSelf) (http://ec.europa.eu/information_society/events/cf/fnc6/item-display.cfm?id=4917)

Haastateltujen taustatietoa

- **IPLU II: operaattorityön vaikutus verkon käyttövarmuuteen**
 - 20 haastattelua, (3 helpdesk, 2 verkon ylläpito, 13 erityisasiantuntijaa, 2 päällikköä)
 - työkokemus ko. yrityksessä 1-37 v, keskimäärin 12 v
 - 7 hlöä ei teknistä koulutustaustaa, 9 hlöä alempi tekninen tutkinto, 4 hlöä AMK/TY
- **Goodnet: työtavat ja -välineet verkon ylläpidossa**
 - 8 verkkoasiantuntijan haastattelua (6 online-verkonhallinnassa, 1 siirtoverkkoasiantuntija ja 1 IP-verkkoasiantuntija)
 - lisäksi todellisen vikatapahtuman käsittelyn tarkastelu (2 verkko-operaattoria) ja työvälineiden esittely valvomon tiloissa (1 verkko-operaattori)
 - työkokemus alalla ja samalla myös nykyisessä tehtävässä (online-verkonhallinta) max 5 v, AMK
- **UniverSelf: operaattorin näkemys työstään ja self-x –toiminnoista**
 - 33 verkkoasiantuntijan haastattelua (puolet kuituverkon ylläpidossa, puolet verkon ylläpitäjänä seuraavilla alueilla: siirtoverkko, IPTV-palvelu, end-to-end IP)
 - haastatelluista neljällä poikkeava rooli (korkean tason ongelmanratkaisu, automaatioprojektityö, asiakas- ja palvelupäällikkö, henkilöstöpäällikkö)
 - työkokemus: alalla ainakin 1-28 v, keskimäärin 10 v

VERKKO SYSTEEMINÄ JA OPERAATTORIN TOIMINNAN KOHTEENA

Basic interactions between the network, operator company and customer, and the corresponding main tasks



Modified from Norros, Norros, Liinasuo & Seppänen (2012). Impact of human operators on communication network dependability. Cognition, Technology & Work

Yhteistyö

Dynaamisuus

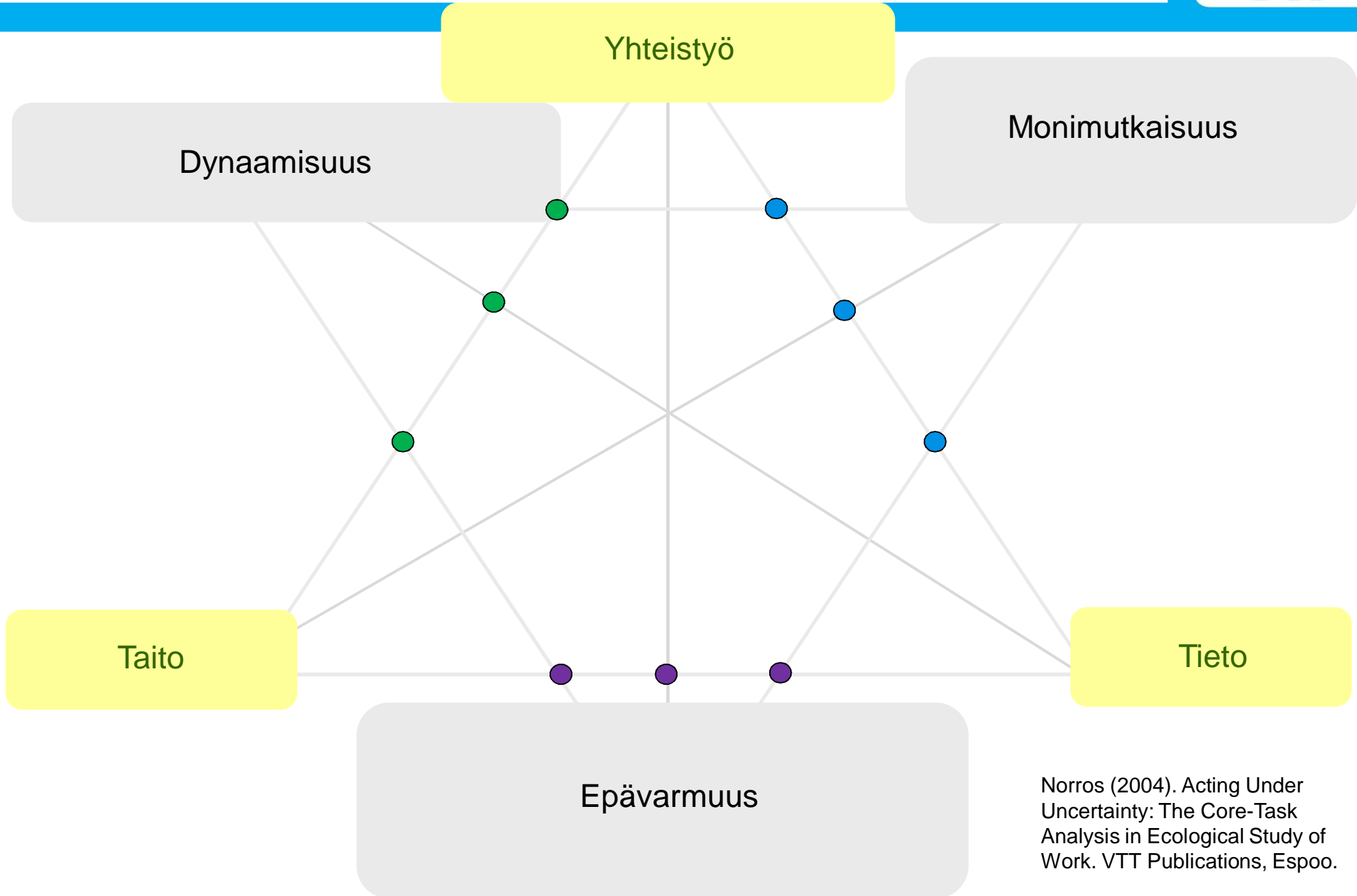
Monimutkaisuus

Taito

Tieto

Epävarmuus

Norros (2004). Acting Under Uncertainty: The Core-Task Analysis in Ecological Study of Work. VTT Publications, Espoo.



Toimialan yleiset ominaisvaatimukset



Dynaamisuus

Työn kohteen dynaamisuus

- verkon tilan jatkuva ja ennustamaton vaihtelu
- ennustamattomat viat
- suuruudesta johtuva vikojen ja häiriöiden taajuus
- tekniikan jatkuva uudistuminen
- uusien palvelujen aiheuttama kasvu

Nopean toiminnan vaatimukset

- kiireellisyyden syitä häiriön laajuus, kriittisyys, SLA:t
- vian kriittisyys selvitettävä nopeasti
- asiakkaan välittömät pyynnöt
- usein toimittava ennen kuin häiriön juurisyy tiedossa
- ulkoiset tekijät, joihin vaikea valmistautua:
vaikeat sääolosuhteet, kaivinkoneet, kaapelivarkaudet

Monimutkaisuus

Verkkoteknologian monimutkaisuus

- suuri määrä teknologioita, tuotteita ja versioita
- reititysten monimutkaisuus
- verkon toiminta riippuu yksityiskohtien oikeellisuudesta
- vikatilanteet erilaisia ja osa vaikeita

Verkon monimutkaisuus

- historiallisesti tuotettu monimutkaisuus
- omistus- ja hallintasuhteiden monimutkaisuus
- ratkaisujen asiakaskohtainen räätälöinti

SLAT

- Erilaiset asiakasvaatimukset

Epävarmuus

Verkkoteknologiaan liittyvä epävarmuus

- hallitsemattomat tai vaikeasti hallittavat laitteet
 - laitteiden vanheneminen
 - ohjelmistoissa piilevät virheet
 - erot standardien toteutuksissa
 - täydellisen testauksen mahdottomuus

Valvontaverkkoon liittyvä epävarmuus

- hallintayhteyksien toimivuuden epävarmuus
 - hälytystiedon epävarmuus
- asteittain tapahtuvan häiriöitymisen diagnosointi

Informaation puutteellisuus

- tieto uusista komponenteista ja ongelmista ei leviä
 - puuttuvat ohjeet uusista laitteista ja SW:sta
- käytettävissä oleva tieto ei välttämättä pidä paikkaansa
- muutoksen vaikutuksia ei voi täydellisesti tietää ennalta
 - monella taholla toimitaan samanaikaisesti
 - asiakkaan itse tekemät muutokset
 - vanhat laitteet
 - asiakasilmoitusten niukka tieto

Verkonhallinnan perustehtävävaatimukset

Yhteistyö

Dynaamisuus

- työn kohteen dynaamisuus
- nopean toiminnan vaatimukset

Resurssien tehokas jakaminen

Ennakointi ja heikkojen signaalien havaitseminen

Toimintavalmius muuttuvissa tilanteissa

Taito

Kokemusperäinen vaihtoehtojen testaus

Dialoginen kommunikaatio

Tulkitsevuus toiminnassa

Tieto

Monimutkaisuus

- verkkoteknologian monimutkaisuus
 - verkon monimutkaisuus
 - SLAt

Jaettu ongelmanratkaisu

Oleelliseen keskittyminen

Verkkojen käsitteellinen hallinta

Epävarmuus

- verkkoteknologiaan liittyvä epävarmuus
- valvontaverkkoon liittyvä epävarmuus
 - informaation puutteellisuus

INHIMILLISTEN TEKIJÖIDEN MERKITYS VERKON KÄYTTÖVARMUUDESSA

- inhimilliset virheet ja niiden merkitys
verkonhallinnalle**
- työvälineiden ja toimintatapojen puutteiden
merkitys verkkonhallinnalle**
- verkkonhallinta ilman inhimillistä toimintaa**

Inhimillinen luotettavuus

- Näkemys ihminen-teknologia -järjestelmän luotettavuudesta
 - Kolme vaihetta (Hollnagel 2009)
 1. Ihminen riippumaton koneesta, hidas ja epätarkka
 - analoginen teknologia, automaation alku
 - ratkaisuna tehtävien analyysi ja koulutus
 2. Ihminen riippumaton teknologiasta, virheitä tekevä ja epäluotettava
 - massiivinen automatisointi, digitaalinen teknologia
 - ratkaisuna yksinkertaisten kognitiivisten toimintojen automatisointi, ohjeiden noudattaminen, hälytykset
 3. Ihmisen toiminnan muuntautumiskyky osa toimivaa ihminen-teknologia – systeemiä
 - ymmärretään sosioteknisten systeemien monimutkaisuus ja systeemin riippuvuus ympäristöstä ja päinvastoin
 - ratkaisuna riippuvuuksien ymmärtäminen ja inhimillisen toiminnan monipuolisuuden tukeminen > tuloksen parantaminen ja riskialttiin toiminnan hillintä

Inhimillinen luotettavuus

- Inhimillinen tekijä työssä nähdään edelleen usein virhelähteenä

- Mikä on inhimillisen toiminnan merkitys verkon luotettavuudelle
 - inhimilliset virheet ja niiden merkitys verkonhallinnalle
 - työvälineiden ja toimintatapojen puutteiden merkitys verkonhallinnalle
 - verkon vaatima hallinta

Inhimilliset virheet ja niiden merkitys verkonhallinnalle

Virheiden merkitys verkonhallinnan laatuun

- Yleinen, tyypillinen näkemys on, että noin puolet häiriöistä johtuu inhimillistä virheistä

- Inhimillisten virheiden vaikutus on huomattava (8kpl)
"Kyllähän se varmaan karkeasti puolet vioista johtuu että joku teki jotain. Näin se vaan on."

- Teknologia on suhteellisen robusti; teknologia on itse suurempi epäluotettavuustekijä (4 kpl)
"Ihmisen virheet eivät globaalisti vaikuta paljon, runkoverkko ei siihen kaadu, harvoin edes asiakkaan verkko."

- Virheen aiheuttaman häiriön seurausten arviointiperusteet ovat
 - Viranomaisvaatimusten täyttäminen
 - Verkkovaikutusten laajuus
 - Palvelutasosopimuksen sisältö

Kaksi virhetoimintojen tarkastelutasa:

A. Yksittäisen verkko-operaattorin työsuorituksen haavoittuvuus

- Tilannetekijöitä jotka lisäävät työsuorituksen haavoittuvuutta ovat:
 - kiire, stressi, useiden päällekkäisten töiden hoito sekä yötyö

- Tehtävänsuorituksessa tunnistettiin virheitä:
 - erityisesti konfiguroinnissa ja alihankintatöiden kohdennuksessa suorituslipsahduksia ja sekaantumisia
 - konfiguroinnissa ja suunnittelussa ajatusvirheitä
 - yleistä suorituksen haavoittuvuutta aiheuttavat toimintatavan ja kulttuurin tasolla vaikuttavat tekijät, kuten
 - suorituksen ajatukseton toistaminen, ja toiminnan kontrollin herpaantuminen työn aikana
 - laiminlyönnit tiedon tai ohjeiden käytössä
 - kiinnostuksen, motivaation heikentyminen

Kaksi virhetoimintojen tarkastelutasa:

B. Prosessien haavoittuvuus

- Ratkaisujen räätälöinti
- Tiedon puutteet
- Ratkaisujen puutteellinen dokumentointi
- Muutosten vaikutusten puutteellinen huomioon otto
- Muutosten toteutuksen keskeneräisyys
- Varautumisratkaisujen testauksen vaikeus muutosten yhteydessä
- Tarkistusten laiminlyönti
- Uusiin ratkaisuihin liittyvät ennakoimattomuudet
- Virheistä oppimista rajoittaa virheiden ja niiden vaikutusten piilevyys
- Virheistä oppimisen merkitystä korostaa virheiden toistuvuus

Työvälineiden ja toimintatapojen puutteiden merkitys verkonhallinnalle

Työvälineisiin ja toimintatapoihin liittyvät haasteet ja niiden merkitys verkonvalvonnalle

- ajoittainen resurssipula verkonvalvonnassa
- muutosten puutteellinen toteutus aiheuttaa kiirettä
- inhimilliset virheet olisi korjattava välittömästi
- hidastavat tekijät aiheuttavat kiireen muissa tehtävissä
 - yhteydet ulkopuolisiin tahoihin hidastavat toimintaa
 - kömpelö teknologia hidastaa toimintaa

aiheuttaa
kiirettä

- tehtävän suorittaminen jaksottuu useammalle henkilölle
- tärkeiden toimintatapojen puutteellinen omaksuminen
- inhimillinen virhe aiheuttaa ongelmia
- kaikki työvälineet eivät tue työtä

vaikeuttaa
monimutkaisuuden
hallintaa

- puutteellinen tai puuttuva dokumentaatio (ohjeistus ja toimintatavat)
- puutteellinen kommunikaatio organisaation sisällä
- selvästi määriteltyjen toimintatapojen puute
- koulutuksen/osaamisen puutteellisuus
- inhimillinen virhe, joka ei ole helposti huomattavissa
- helposti tehtävissä oleva inhimillinen virhe

lisää
epävarmuutta

Haastatteluissa esille tulleet haasteet liittyivät enemmän toimintatapoihin kuin työvälineisiin

Verkon vaatima hallinta

Mitä asiakkaan verkossa tapahtuisi, jos siihen ei kohdistettaisi aktiivista ylläpitoa? Missä määrin verkko toimii itsenäisesti tai automaattisesti?

Verkon itsenäinen toiminta	Vastaajia
<p>Kyllä se toimisi</p> <ul style="list-style-type: none">- koska juuri toimenpiteet aiheuttavat vikoja- toimisi vuosia elleivät laitteet rikkoutu, muutokset uhkaavat- toimisi 5, 10, 20 v mutta lopulta kaatuisi- jos mihinkään ei kosketa, ei ehkä tule ongelmia- toimisi mutta huonommalla laadulla- toimisi mutta ei kehittyisi	20
<p>Ei pysyisi pystyssä</p> <ul style="list-style-type: none">- ei toimisi lainkaan- koska vaatii aktiivista ylläpitoa- vikaantuisi tunneissa/päivissä/kuukaudessa- sähkökatkot, luonnon katastrofit ym. vaativat että ihminen ylläpitää verkkoa- toiminta deterioituisi ja sitten lakkaisi- koska sitä kasvatetaan ja käyttötarpeet kehittyvät	30

Automaatiotasot

- Kontrollin ja automaation tasot** (Endsley 1996: Automation and situation awareness.
 Teoksessa R. Parasuraman & M. Mouloua (toim.) Automation and human performance: Theory and applications
 (ss. 163-181). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.)

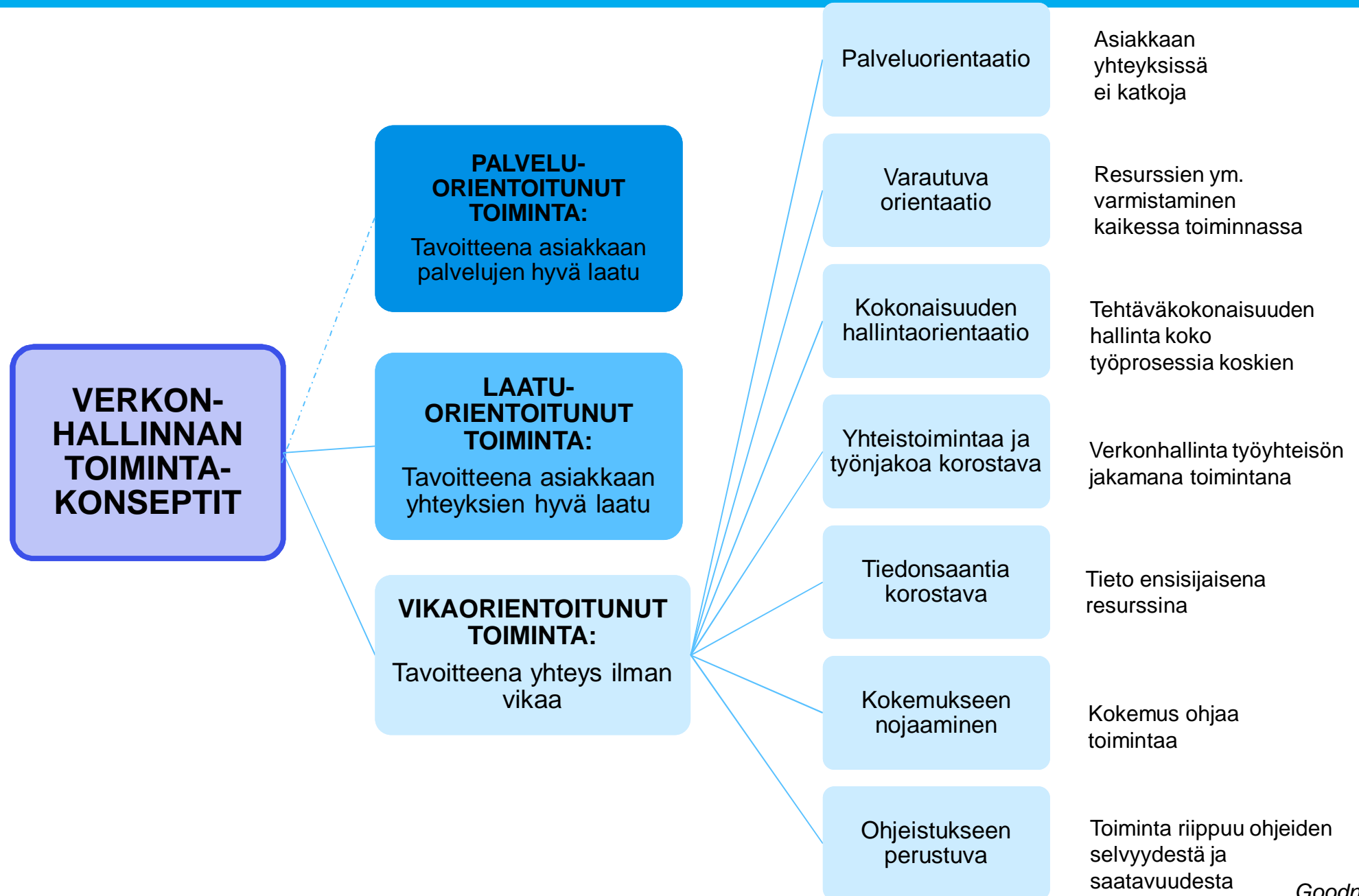
Automaatiotaso	Ihmisen rooli	Järjestelmän rooli
1 Ei	Päätää, Toimii	-
2 Päätöksen tuki (Decision Support)	Päätää, Toimii	Ehdottaa
3 Perustuu suostumiseen (Consensual AI)	Kannattaa	Päätää, Toimii
4 Valvottu automaatio (Monitored AI)	Veto	Päätää, Toimii
5 Täysautomaatio (Full Automation)	-	Päätää, Toimii



Self-x

Miten verkon toiminnan kattavampi automaatio (self-x) vaikuttaisi verkkoon?

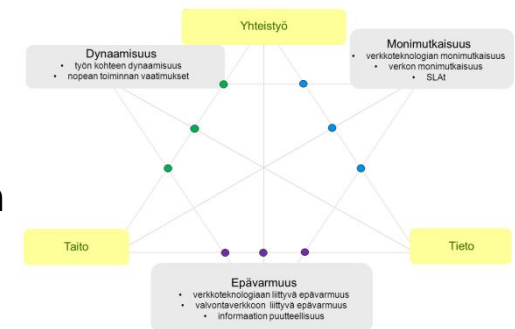
- Voimakkaimmin tuli esille verkko-operaattoreiden (verkkoa ylläpitävien henkilöiden) uhkanäkemykset autonomisten toimintojen pettämisestä
 - Pitäisi toimia (lähes) virheettömästi / niihin ei voi luottaa / ovat vaarallisia vikaantuessaan / voivat teettää enemmän ongelmia kuin ratkaista niitä
 - Toistuvasti esille autonomisten toimintojen valvonnan tärkeys
- Selvä kuva myös siitä kuinka pyritään vähentämään henkilöstöä
- Toisaalta nähtiin myös mahdollisuuksia
 - Yksinkertaisten tai rutiiniluontoisten vaivalloisten tehtävien poistuminen
 - Ihmiselle mahdollisuus motivoivampiin tehtäviin



JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Resilientti systeemi

- Turvallisuuskriittisten organisaation toiminnan luotettavuuden tarkastelussa esiin noussut tarve systeemisen näkökulman omaksumiseen resilienssi on käsite, jolla viitataan systeemin toimintakykyyn
 - proaktiivisuus
 - kyky reagoida tilanteisiin (odotetut ja odottamattomat)
- Jotta systeemi olisi resilientti, sen tulisi kyetä
 - toimimaan tilanteen vaatimalla tavalla ("knowing what to do")
 - suuntaamaan huomio oikeisiin asioihin (mitä tapahtuu ympäristössä ja mitä systeemissä itsessään) ("knowing what to look for")
 - ennakoimaan uhat ja mahdollisuudet ("knowing what to expect")
 - tarkastelemaan tekojen tuloksia ja oppimaan epäonnistumisista ja onnistumisista ("knowing what has happened")
- Perustehtävävaatimusanalyysissa nousee esiin tekijät, jotka ovat henkilöstön toimintatapojen tasolla edellytyksiä sille, että systeemistä voisi tulla resilientti



Verkonhallinnan automaation mahdollisuudet

- Positiiviset odotukset toteutuvat jos
 - Self-x –toiminnot suunnitellaan älykkäästi
 - Verkon kokonaistoiminnan kannalta
 - Ihmisen toiminnan kannalta
 - Mielekäs työnjako
 - Tukee operaattorin työtä
 - Hyvä käyttöliittymä
 - Koulutetaan henkilöstöä ymmärtämään self-x:n vaikutus verkossa ja jos niin miten siihen voi vaikuttaa
 - Realistiset odotukset
 - vähittäinen käyttöönotto todennäköinen
 - muuttaa koko sosioteknisen järjestelmän (tehtäväjako ja tehtäväävaruus) eikä vielä tietoa vaikutuksesta ihmisen työskentelyyn
 - ihmisellä tulee olemaan rooli vaikka tarvittava lukumäärä pieneneekin

Toimintakonseptin kehittyminen

- Valvontatoiminta suuntautuu nykyisin selkeästi yhteyspalvelun saatavuuteen. Saatavuuden hallinnassa keskeistä on operatiivinen kyvykkyys, ja siinä korostuu tilanteissa vaadittava resilienssi l. toimintavalmius kaikissa tilanteissa.
 - Verkkojen hallinnassa on huomattu tarve ennakoinnin ja proaktiivisen toiminnan kehittämiseen; esim. muutoksen hallinnan systemaattinen kehittäminen ja vikaantumisilmiöiden tunnistaminen ennen verkon häiriöitymistä
- Verkon hallinnassa suuntautuminen on nousemassa vianhallinnasta palvelukeskeiseen liiketoimintaan
 - Kun sosiotekninen järjestelmä kehittyy, toiminnan kehittäminen tulee mahdolliseksi
 - proaktiivinen toiminta tukee palvelusuuntautunutta toimintatapaa
 - automaation kehittäminen (self-x) mahdollistaa ihmistoiminnan kohdistumisen palvelujen toimivuuteen

KIITOS

Referenssit

- Andersson, J. 2011. Automation strategies in five domains – A comparison of levels of automation, function allocation and visualisation of automatic functions. NKS-237, Chalmers University of Technology, Sweden. Available on request from the NKS Secretariat, P.O. Box 49, DK-4000 Roskilde, Denmark. Phone (+45) 4677 4045, fax (+45) 4677 4046, e-mail nks@nks.org, www.nks.org.
- [Hollnagel, E. 2009 The third age of human factors: From independence to interdependence.](#)
- [Hollnagel, E. 2011 Resilience Engineering in Practice: A Guidebook. Prologue: The Scope of Resilience Engineering.](#)
- [Liinasuo, M., Aaltonen, I., Karvonen, H., Fuentes, B. & Castro, A. 2012. Human Operator Perspective to Autonomic Network Management. ACHI](#)
- Liinasuo, M., Aaltonen, I., Karvonen, H., Fuentes, B. & Castro, A. 2012. Human Operator Trust in Autonomic Functionalities. ECCE.
- Norros, L. 2004. Acting under Uncertainty. The Core-Task Analysis I Ecological Study of Work. Publications 546, Espoo: VTT.
- [Norros, L., Norros, I., Liinasuo, M. & Seppänen, K. 2012. Impact of human operators on communication network dependability. Cognition, Technology & Work.](#)