

Vain parasta laatua?

Tietoliikennepalveluiden laatu käyttäjänäkökulmasta ja
audiovisuaalisen laadun mittaaminen

Merja Ranta-aho,
Elisa Oyj.

Vain parasta laatua?

- Palvelun laatu, laadun hyväksyttävyys ja QoS -käsitteet
- Ihmisen havaitsemisen perusteita
- Ihmisen havaitseman audiovisuaalisen laadun mittausmenetelmiä



Mitä on laatu...

- Matkapuhelinyhteydessä?
- Videoneuvottelussa?
- Puhelinliittymän toiminnassa?
- SMS-uutispalvelussa?
- Internet-yhteydessä?
- WWW-sivustossa?





Quality of Service (QoS)

- kaikkien niiden (tele-)palvelun laatuparametrien summa, jotka vaikuttavat käyttäjän subjektiiviseen tyytyväisyyteen (tele-)palvelua kohtaan (ITU-T E.800)
 - mitattavissa vain palvelun saantipaikasta
 - liittyy ainoastaan käyttäjän subjektiivisiin mielipiteisiin
 - QoE (Quality of Experience) = End-to-end QoS



QoS- osatekijöitä ITU-T E.800 -suosituksessa

- Support: Tukipalvelut
- Operability: Voiko käyttäjä helposti ja menestyksekkäästi käyttää
- Security: Suojataan mm. luvattomalta monitoroinnilta, väärinkäytöksiltä jne.
- Serveability: ns. tekninen QoS
 - Accessibility/ saatavuus,
 - Retainability/ palvelu säilyy,
 - Integrity/ laatu säilyy



ETSI:n QoS-tekijöitä

- **MITÄ:**

- Nopeus
- Tarkkuus
- Saatavuus
- Luotettavuus
- Turvallisuus
- Yksinkertaisuus
- Joustavuus

- **MISSÄ:**

- Myynti
- Palvelun tuki: asennus, muutokset, korjaukset jne.
- Yhteyden tekninen laatu
- Laskutus
- Asiakkaan palvelunhallinta

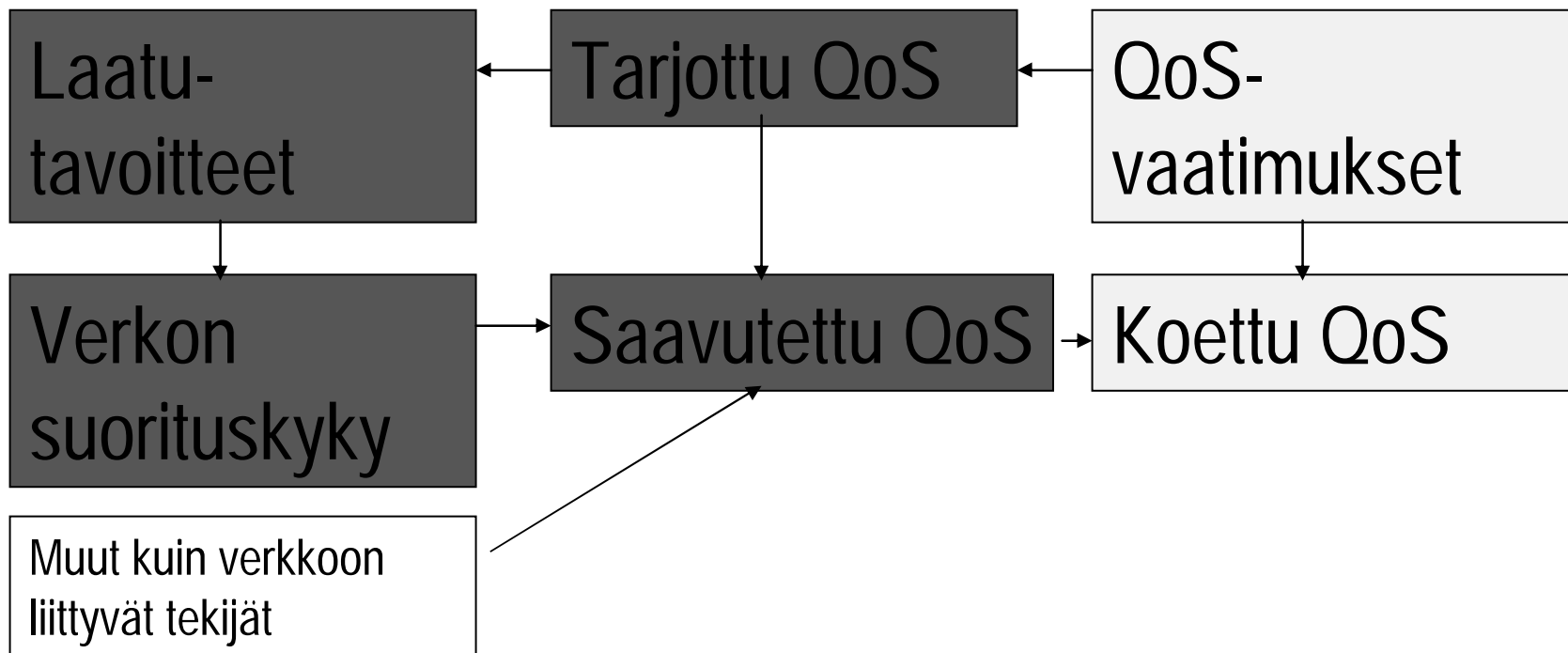


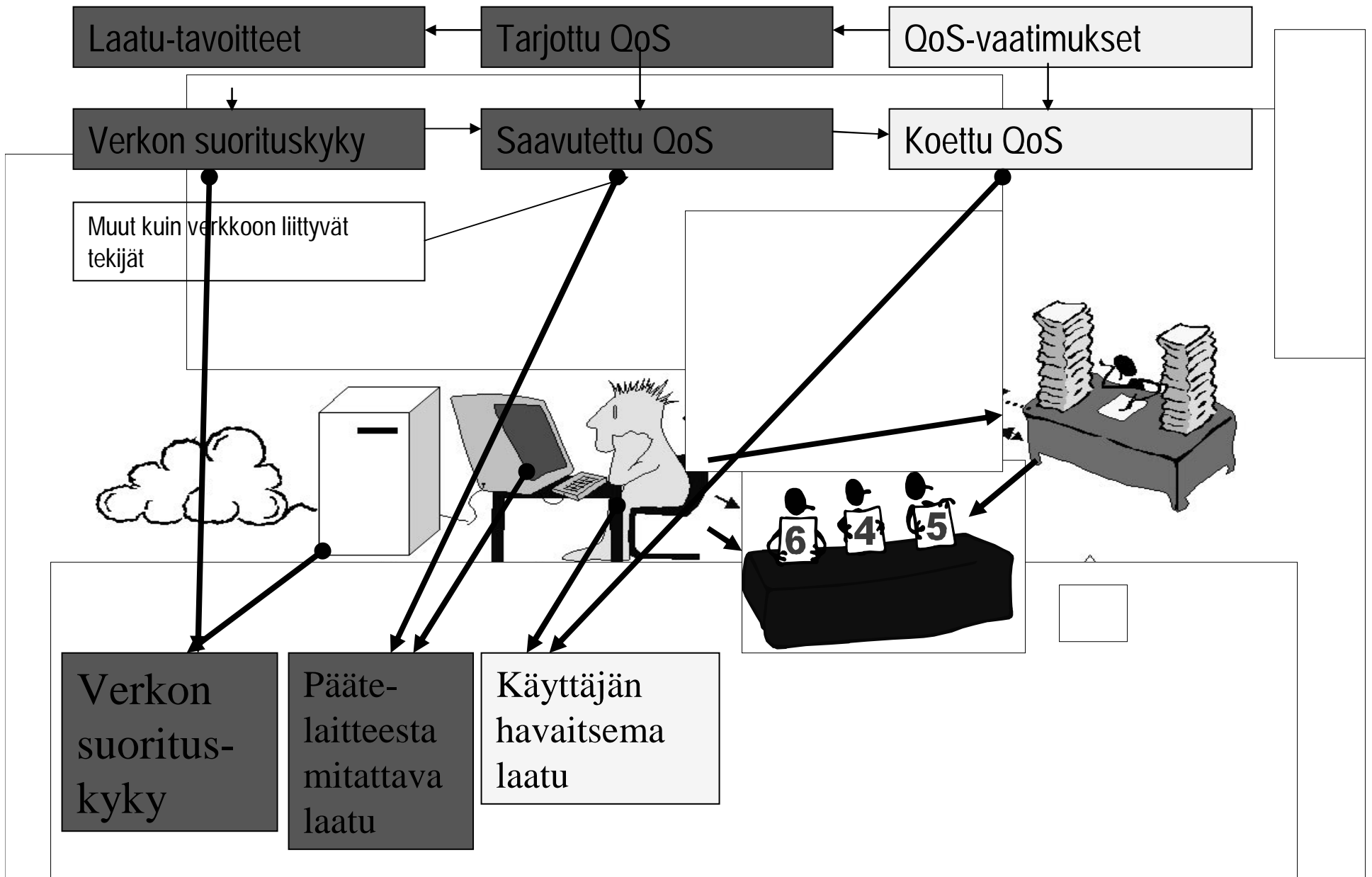
QoS ja palvelun kypsyys

- Puhelinoperaattorien mittaus puhelinpalvelulle tekniikkakeskeistä -> kritiikki: PALVELU kokonaisuutena tärkeämpää kuin virheetön ääni!
 - Asiakaspalvelu, laskutuksen oikeellisuus, asennuksen nopeus..
- Tekniikka riittävän hyvää -> päähuomio pois teknisestä laadusta tukitoimiin.
- Uusissa palveluissa tekninen laatu jälleen kypsymättömässä vaiheessa
- Tekninen laatu: kilpailuetu, must be –ominaisuus vai mahdollisuus erotella eri hintaisia palveluita?



ETSI:n QoS-näkökulmia





Teknisen QoS:n hyödyntäminen

- etsitään keinoja tarjota eri hintaisia, eri laatuista verkkopalveluita
 - esim. nopea ja tasalaatuinen taikka “best effort” –datayhteys
 - Service Level Agreement palveluntuottajaketjussa ja asiakkaan kanssa
- Tekninen QoS vs. miten hyvä laadun pitää eri palveluluokissa tai käyttötilanteissa olla
 - verkkojen, päätelaitteiden, protokollien, kompressiomenetelmien suunnittelu
 - Tarvitaanko täydellistä laatua?
 - Mistä asiakas haluaa maksaa?

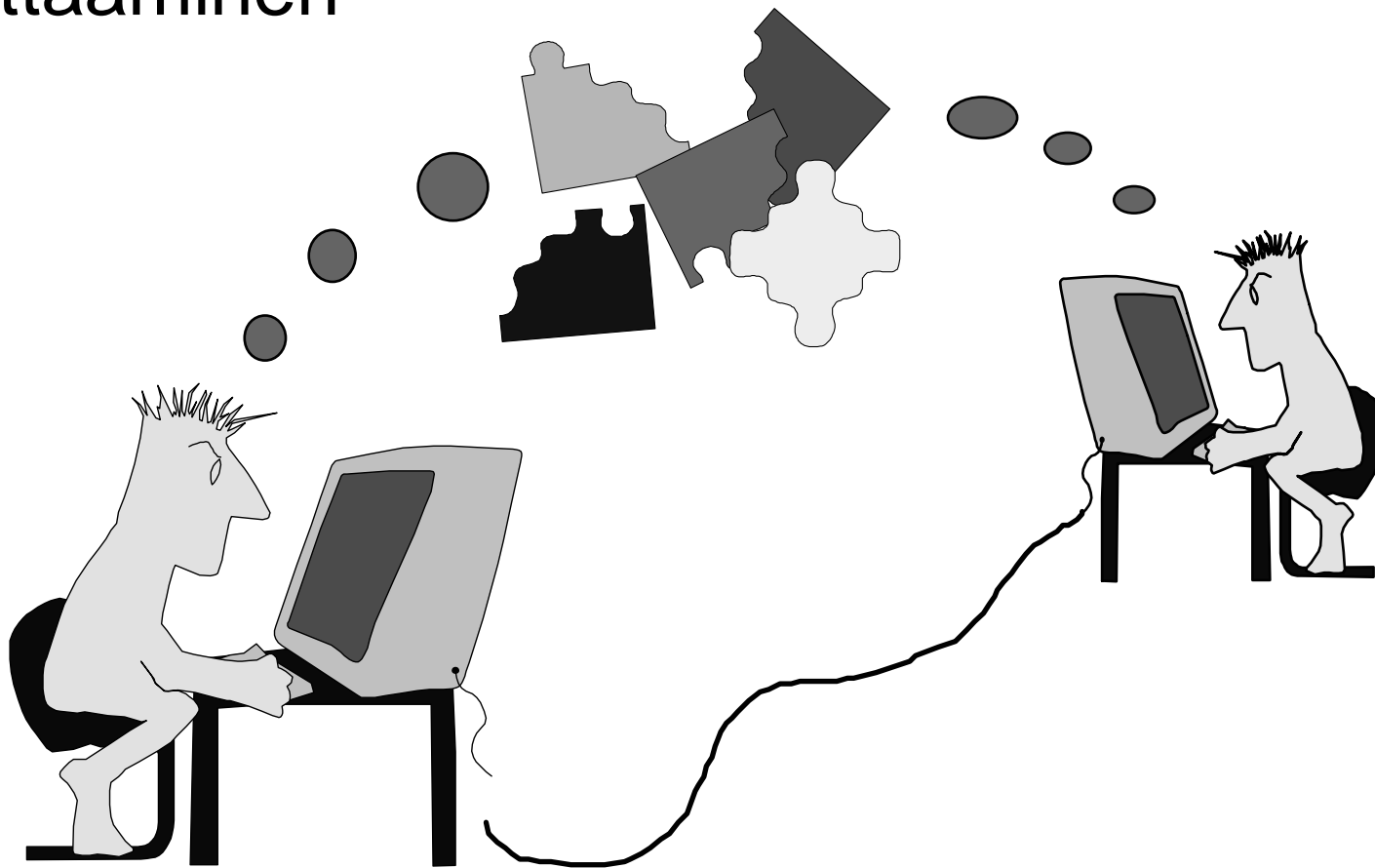


Mikä on tärkeää palvelun laadussa?

- Ymmärrä mitä käyttäjät arvostavat ja tarvitsevat
- Huolehdi kokonaisuudesta
- Mistä halutaan maksaa?
- Eri käyttäjäryhmillä erilaiset arvostukset
- Älä tuhlaa panoksia hifiin, jos käyttäjät haluavat LP-levylaatua heti ja halvalla



Tietoliikennepalvelun audiovisuaalisen laadun mittaaminen

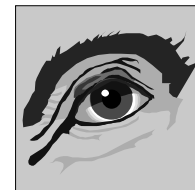


Kuuloaisti vs. näköaisti

- Kuuloaisti:
- korva toimii differentiaattorina
- esim. digitaalisen puhelinyhteyden näytteenottotaajuus 8000 Hz
- tietoliikenteessä signaalinsiirtohäiriöt havaitaan herkästi
- kuuloalue jopa 20-20000 Hz



- Näköaisti:
- silmä integroi informaatiota
- television kuvan-muodostuksen taajuus 50 Hz Euroopassa, 60 Hz USA:ssa.
- tietoliikenteessä pieniä signaalinsiirtohäiriöitä ei havaita
- näkyvän valon aallonpituus n. 380-700 nm

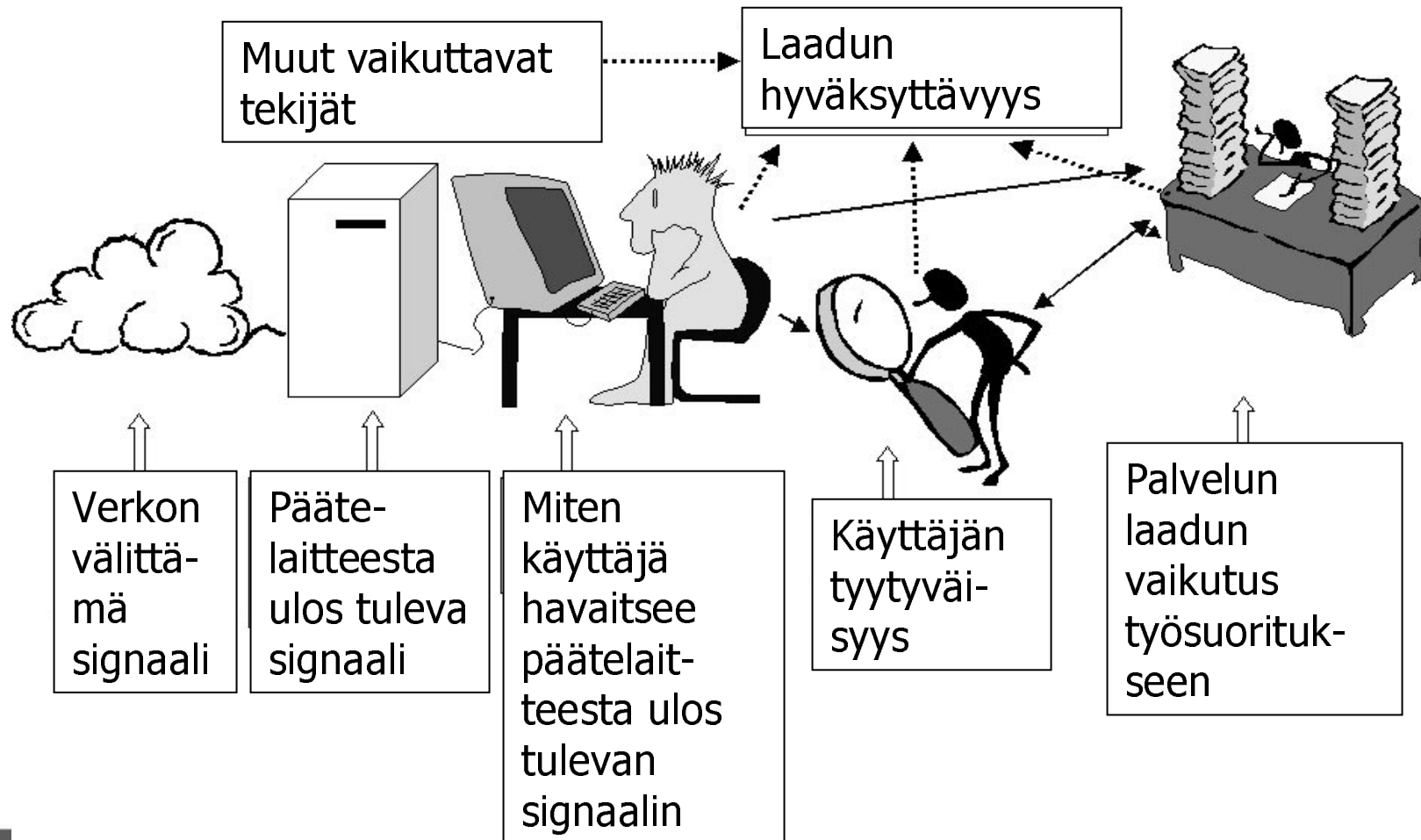


Aistit vaikuttavat toisiinsa

- Esim. kuvapuhelin- ja VOD- (video on demand-) sovelluksissa äänen laatu kriittinen. Jos äänen laatu on hyvä, ihmiset myös “näkevät” paremmin.
- Puheentunnistuksessa näköaisti tukee kuulohavaintoa ja saattaa jopa muuttaa sitä.



Mitä mitataan, kun mitataan laatua?



Miten mitataan audiovisuaalista laatua?

- Ulostulevan signaalin tekninen laatu vs. ihmisen havaitsemisen rajat - psykofyysiset menetelmät
- Palvelun tekninen laatu mitattuna verkon suorituskyvyllä vs. käyttäjätyytyväisyys samana ajankohtana (perinteinen QoS)
 - Kyselyt, haastattelut tosikäytössä tai kenttäkokeissa, verrataan saavutettuun laatuun
- Käytettävyydestauksen kaltaiset menetelmät
- Fysiologiset mittaukset (stressireaktiot laadun vaihdellessa)
 - uutta, kiisteltyä



Miten mitataan audiovisuaalista laatua?

- **Ulostulevan signaalin tekninen laatu vs. ihmisen havaitsemisen rajat - psykofyysiset menetelmät**
- Palvelun tekninen laatu mitattuna verkon suorituskyvyllä vs. käyttäjätyytyväisyys samana ajankohtana (perinteinen QoS)
 - Kyselyt, haastattelut tosikäytössä tai kenttäkokeissa, verrataan saavutettuun laatuun
- Käytettävyytestauksen kaltaiset menetelmät
- Fysiologiset mittaukset (stressireaktiot laadun vaihdellessa)
 - uutta, kiisteltyä



Psykofyysisiä menetelmiä havaintojen mittaamiseen

- Käytössä monenlaisissa havaitsemista käsittelevissä tutkimuksissa
- Tietoliikennepalvelun teknisen laadun mittaamisessa:
- Havaitseeko ihminen eroja vertailtavien palveluiden tuottamassa laadussa?
- Havaitseeko ihminen eroa alkuperäisessä ja siirretyssä signaalissa?
- Havaitseeko ihminen häiriöitä?



Psykofyysisiä menetelmiä havaintojen mittaamiseen

- **Absoluuttinen havaintokynnys**
- Pienin ärsyke-energian määrää, jonka koehenkilö havaitsee. Siirtymäkohta ei jyrkkä.
- Havaitsemme ärsykkeen, kun se saa hermoston aktiviteetin kohoamaan tietyn kriittisen määrän verran spontaaniaktiviteetin yläpuolelle.
- Vakioärsykkeen havaittavuuteen, ärsykkeen havaittavuudessa tapahtuvien muutosten etsimiseen ja ärsykkeiden yhteensovittamiseen perustuvat menetelmät
- **Erotuskynnys**
- Pienin kahden ärsykkeen välinen intensiteettiero, joka on havaittavissa.
- E.H. Weber: JND, just noticeable difference, riippui ärsykkeen suuruudesta
- Weberin laki: pienin havaittavissa oleva ero on vakion suuruinen osa ärsykkeestä eli:
 - $P = K * I$, missä P = pienin havaittavissa oleva ero, K = vakio ja I = ärsykkeen tietyn ominaisuuden mittaluku.
- Eri aisteissa erilainen





Mittausmenetelmiä

- Vakioärsyke: Esitetään useaan kertaan sarja ärsykeitä oletetun havaintokynnyksen molemmin puolin. Havaitaanko vai ei?
- Muuttuva ärsyke: Sarja ärsykeitä joilla nouseva/laskeva voimakkuus. Milloin havaitaan, milloin ei enää havaita?
- Yhteensovittaminen: Ärsykettä muutetaan portaattomasti kunnes kh juuri ja juuri erottaa sen.



ITU-T:n standardoidut menetelmät laadun mittaamiselle

- esim. ITU-T P.800 (telephone), ITU-T P.910, ITU-T P.920 (videotelephony/ videoconference), ITU-R BT.500 (video)
- psykofyysisiin menetelmiin perustuvia mittausmenetelmiä äänen, kuvan tai audiovisuaalisen laadun mittaamiselle
- Ympäristöolosuhteet tarkkaan kuvattu
- Pää tarkoitus yleensä joko eri järjestelmien vertaileva tutkimus tai siirretyn signaalin vertailu “alkuperäiseen”
- Reliabiliteetti hyvä, validiteetti riippuu tehtävistä
- Eivät kuvaa kovin hyvin laadun hyväksymistä todellisessa, pitkäaikaisessa käytössä



Teknisiä ja käyttäjän havaitsevia laatuparametrejä

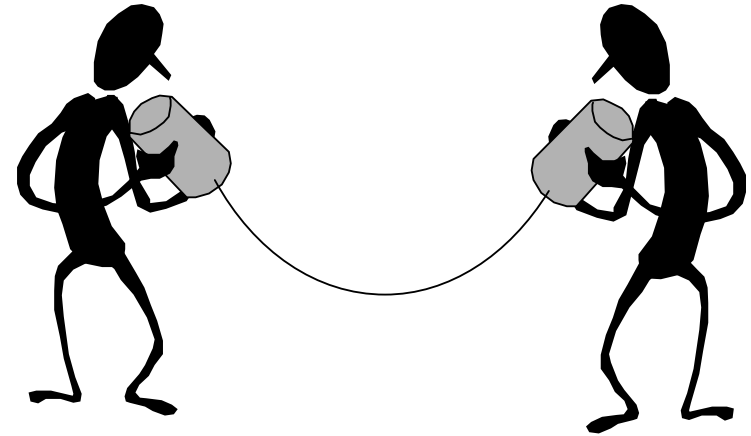
- Kuvan resoluutio
- Väriresoluutio
- Kuvataajuus
- Viive ja sen vaihtelu
- Kuvan ja äänen synkronointi
- Virheet
- Kohina



- Kuvan tarkkuus
- Värien luonnollisuus
- Liikkeen sujuvuus
- Viive
- Äänen luonnollisuus, tunnistettavuus ja voimakkuus (loudness)
- Virheet / häiriöt



Eri tapoja – eri asteikkoja



- absolute category rating (ACR)
 - subjektiivinen näkemys laadusta
- degradation category rating (DCR)
 - häiriöiden vakavuus
- vertaileva arvio
 - parivertailumenetelmässä
- Yhden esityskerran menetelmä
 - luonnollisempi mutta koesuunnittelu tärkeää
 - ehditään käydä läpi suurempi joukko ärsykeitä
- Useiden esityskertojen menetelmä
 - yhtenäisempiä tuloksia
- Vertailumenetelmä
 - eri järjestelmien tms. vertailemiseen,
 - raskas



Päätettävä on myös...

- Ärsykkeiden / tehtävän kesto:
 - kaikki häiriöt eivät tule esille lyhyessä ajassa (purskeinen virhe)
 - väsymys ja totumus vaikuttavat
- Tehtävien luonne: nopeita, erottelevia mutta merkityksettömiä, vai luonnollisia ja hitaita?
- Keitä ovat arvioijat?
 - Koulutettu paneeli? Kohderyhmää? Kolleegeita?
- Huonosti ymmärretty ja puutteellisesti kuvailtu osa standardimittausmenetelmissä!



Miten mitataan audiovisuaalista laatua?

- Ulostulevan signaalin tekninen laatu
vs. ihmisen havaitsemisen rajat - psykofyysiset menetelmät
- **Palvelun tekninen laatu mitattuna verkon suorituskyvyllä
vs. käyttäytyvyys samana ajankohtana (perinteinen QoS)**
 - Kyselyt, haastattelut tosikäytössä tai
kenttäkokeissa, verrataan saavutettuun laatuun
- Käytettävyytestauksen kaltaiset menetelmät
- Fysiologiset mittaukset (stressireaktiot laadun vaihdellessa)
 - uutta, kiisteltyä



Kenttäkokeet

- Järjestelmä koekäyttöön mahd. valvotuissa olosuhteissa; käyttäjille kysely tai haastattelu:
 - ei keinotekoisista laboratoriotilannetta
 - todellinen työtilanne
 - voi verifioida laboratorionkokeiden tuloksia
- Ei voi käyttää ennenkuin on järjestelmä...



Perinteinen QoS-mittaus

- Haastatellaan palvelun käyttäjiä tietyllä ajanjaksolla heidän tyytyväisyydestään palveluun
- Mitataan samaan aikaan kriittisiä suoritusparametreja: esim. puhelinliikenteessä toimitusaikaa, viankorjausaikaa, katkenneiden puheluiden osuutta jne.
- Korrelaation korkeiden arvioiden kanssa ajatellaan kertovan hyväksyttävästä tasosta
- Ekologinen validiteetti hyvä



Miten mitataan audiovisuaalista laatua?

- Ulostulevan signaalin tekninen laatu vs. ihmisen havaitsemisen rajat - psykofyysiset menetelmät
- Palvelun tekninen laatu mitattuna verkon suorituskyvyllä vs. käyttäytyvyys samana ajankohtana (perinteinen QoS)
 - Kyselyt, haastattelut tosikäytössä tai kenttäkokeissa, verrataan saavutettuun laatuun
- **Käytettävyydestä testauksen kaltaiset menetelmät**
- **Fysiologiset mittaukset (stressireaktiot laadun vaihdellessa)**
 - uutta, kiisteltyä



Käytettävyydestestauksen kaltaiset menetelmät ja fysiologiset mittaukset

Käytettävyydestestauksen kaltaiset menetelmät

- Kontrolloidut olosuhteet tai käyttäjän normaali käyttöympäristö
- Todellisia tehtäviä
- Mitataan suoriutumista, virheitä, hankaluuksia sekä subjektiivista tyytyväisyyttä

Fysiologiset mittaukset

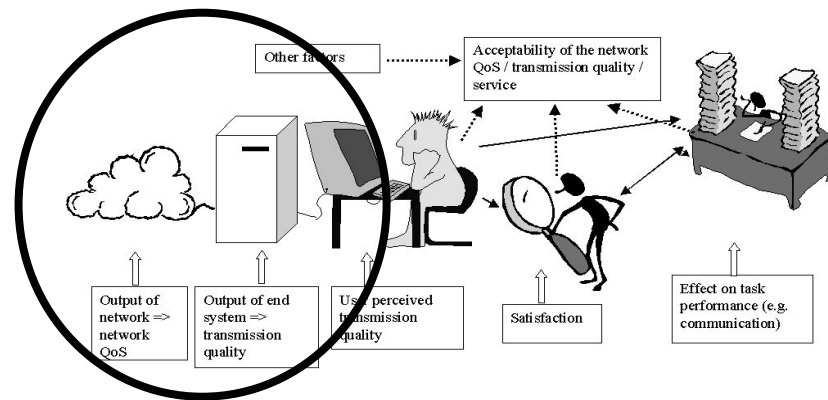
- Mitataan esim. sydämen sykenopeutta, verenpainetta ym. käytön aikana
- Taustaoletuksia
 - heikko laatu lisää elimistön kuormitusta, joka näkyy fysiologisissa mittauksissa stressinä
 - kuormitus näkyy vaikka käyttäjä ei huomaa eroa laadussa
- Kiistelty: joskus stressi parantaa suorituskykyä

Eri järjestelmien vertailuun, riittävän teknisen laatutason määrittämiseen, tietyn järjestelmän teknisen laadun riittävyyden mittaamiseen



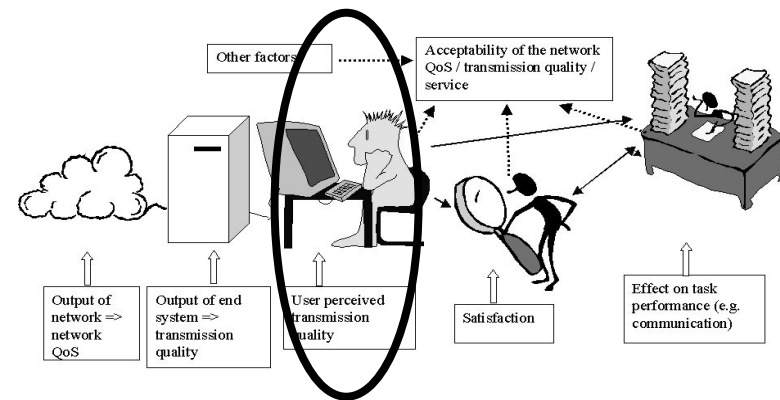
Käyttäjälle *saapuvan* signaalin laatu riippuu mm.

- Lähetetystä signaalista
- Tiedonsiirtoetäisyydestä
- Verkkoparametreista: viive, häviöt, virheet
- Päätelaitteen ja ohjelmiston aiheuttamista muutoksista signaalissa (koodaus, kompressio)
- Käyttäjän asetuksista ohjelmassa



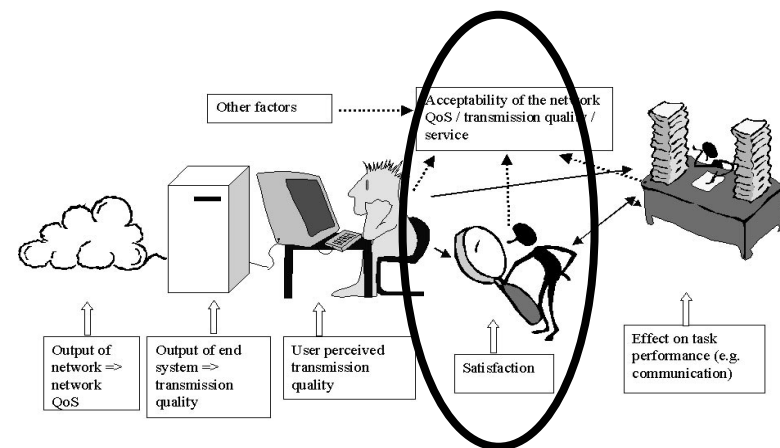
Käyttäjän *havaitsema* palvelun tekninen laatu riippuu:

- Ulostulevasta signaalista
- Ympäröivistä olosuhteista
- Tehtävästä ja materiaalista
- Havaintokyvystä, vireydestä
- Asenteista, aikaisemmista kokemuksista ja odotuksista
- Käyttöliittymästä



Käyttäjän *kokemus* palvelun laadun hyväksyttävyydestä riippuu:

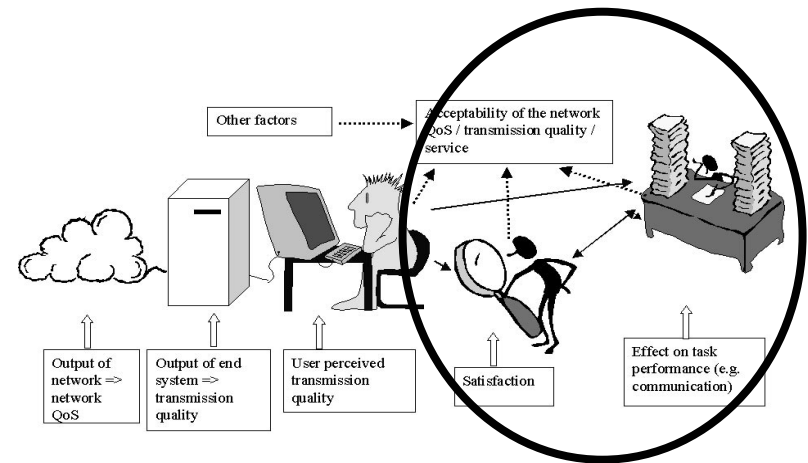
- Havaitusta laadusta - mutta millä perusteella?
 - ihminen ei “laske keskimääräistä laatua” mielessään
- Kustannuksista
- Tehtävästä ja materiaalista
- Vireydestä - väsymyksestä
- Asenteista, aikaisemmista kokemuksista ja odotuksista
- Vaihtoehtoista



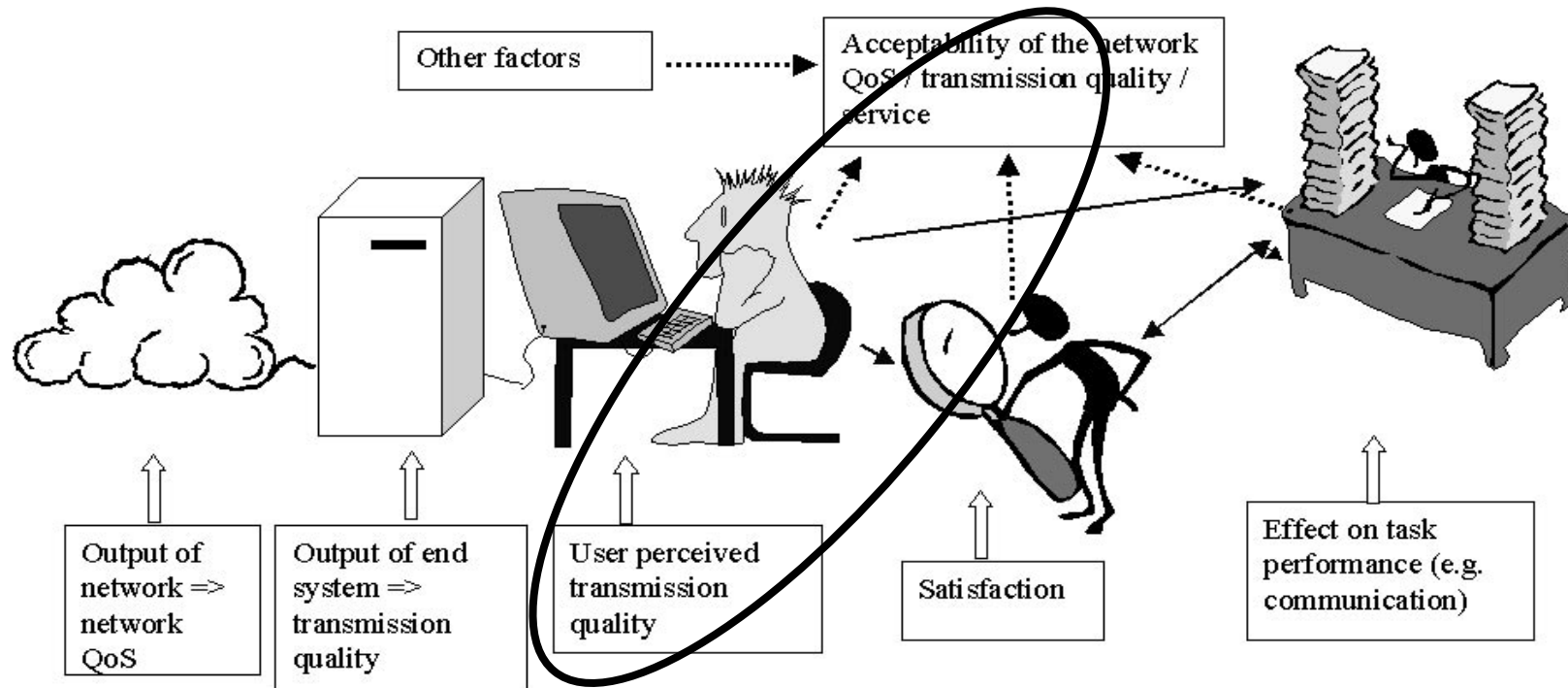
Palvelun laatu ja käytettävyys

- Käytettävyys
 - “Missä määrin tietty käyttäjäryhmä voi käyttää tiettyä tuotetta tiettyjen tavoitteiden saavuttamiseen tietyssä käyttötilanteessa tehokkaasti, vaikuttavasti ja käyttäjää tyydyttävällä tavalla

- “Käytettävyyttä ja palvelun laadun hyväksyttävyyttä ei voi mitata erikseen.”
- Subjekttiivinen ja objektiivinen komponentti



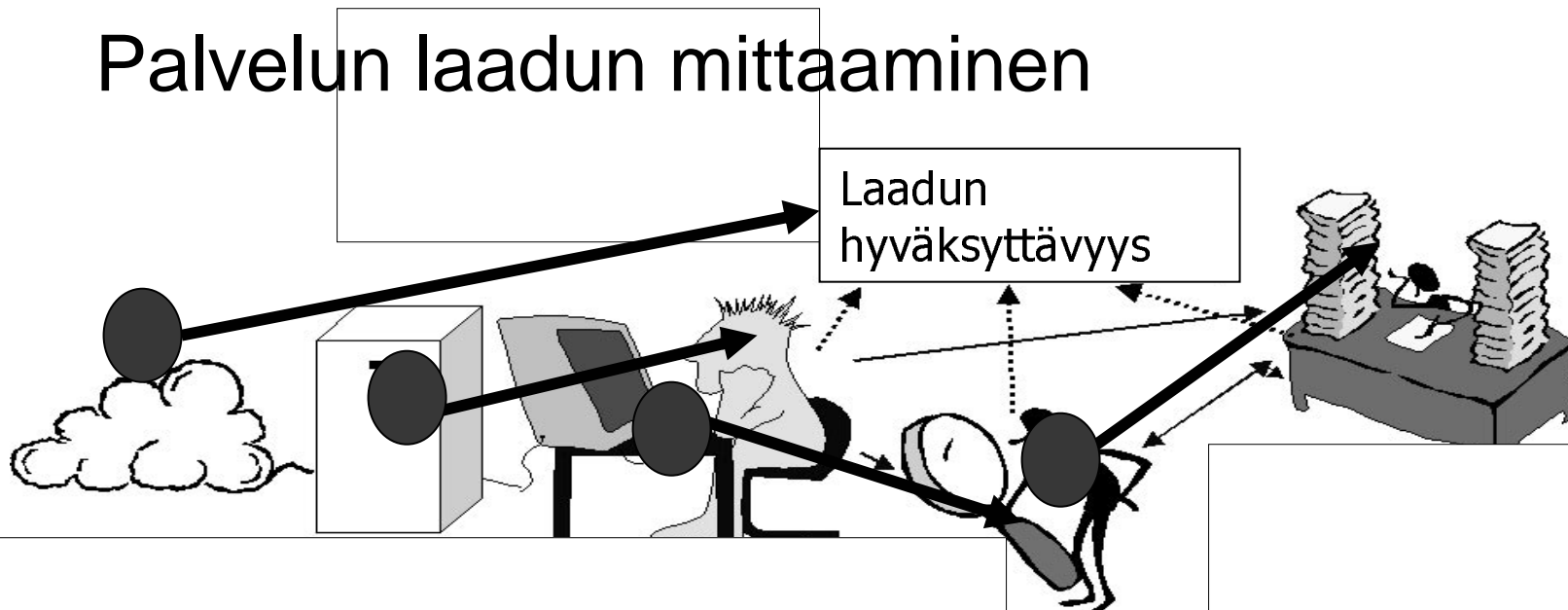
Mitä eri menetelmät oikeastaan mittaavat?



... ja voiko tuloksia yleistää "tosielämään"?



Palvelun laadun mittaaminen



Tiedä mitä haluat mitata

Valitse menetelmä, testaajat ja muuttujat sen mukaan

Pidä muut tekijät vakiona, kontrolloi tai satunnaista!



Kysymyksiä?

