



Prodigious

Pistepilvien ja tietomallinnuksen
hyödyt -valmennus

Ohjelma



- Esittäytymiskierros
- Laserkeilauksen hyödyntäminen ja tietomalliprosessi korjaushankkeessa
- Kentän kokemuksia
- Ryhmätyö, Kuinka tehdä liiketoimintaa laserkeilauksesta
- Ryhmätyö, Yhteiset ponnistukset asian edistämiseen
- Loppukeskustelu

Tämä koulutus ja sen materiaali on tuotettu ESR-rahoitteisessa alueellisessa ProDigiOUs –projektissa.



Prosessin kulmakiviä

Laserkeilaus

Rekisteröinti
(pistepilvi)

Suunnittelu
(tietomalli)

Rakenta-
minen

Tarjouspyyntö ja
sopimus

Laser-
keilauksen
tarkoitus

Formaatti ja
tarkkuus

Käyttötarkoitus

Formaatti ja
tarkkuus sekä
suodatus

Tiedostokoko

Suunnittelun
lähtötiedot,
inventointi

Kohteeseen
perehtyminen

Tietomalli,
hybridimalli

Perehtyminen

Tuotannon
ohjaus

Hankinnat

Kenellä vastuu lähtötiedoista?



Keilauksen hyötyihin vaikuttaa

- Hankekoko
 - Pieni
 - Keskisuuri
 - Suuri
- Urakkamuoto
 - Kokonaishintaurakka
 - Laskutyöurakka
 - Projektinjohtourakka
 - Suunnittele ja toteuta-urakka
- Hankkeen luonne
 - Yksinkertainen kohde, helppo korjaus
 - Yksinkertainen kohde, vaativa korjaus
 - Monimutkainen kohde, helppo korjaus
 - Monimutkainen kohde, vaativa korjaus
 - Arvorakennus, suojelukohde
- Alkuperäinen rakennusajankohta



Keilauksen hyötyihin vaikuttaa

- Korjausaste
 - Tiivistyskorjaus (ei keilausta)
 - Ikkuna-, julkisivu-, parvekeremontti... (ehkä)
 - Talotekniikan uusiminen, linjasaneeraus, IV (hybridi? Hybridi = pistepilvi + tietomalli)
 - Hissit (uusi hissi vanhaan kuiluun, uusi hissikuilu vanhaan rakennukseen) (hybridi)
 - Porraselementit (hybridi)
 - Tilojen muutos (hybridi / tietomalli)
 - Käyttötarkoituksen muutos (Inventointimalli)



Hyödyt suunnittelijoille

- Hankesuunnittelu
 - Hankkeeseen perehtyminen
 - Vaihtoehtojen suunnittelu
 - Tilaohjelman arviointi, tilojen sijoittelun ja toiminnallisuuden arviointi
 - Muuntojoustavuus
 - Käyttäjien kuuntelu
- Yleissuunnittelu
 - Luotettavat, tarkat ja kattavat lähtötiedot
 - Määrät (purkutyöt, säilytettävät / uudet rakenteet)
 - Esteettömyystarkastelut
 - Poistumistieratkaisut
 - Energia/lämmitystarkastelut, -simuloinnit
 - Käyttäjien kuuntelu
- Toteutussuunnittelu
 - Purkujärjestykset
 - Haalausreitit
 - Detaljien suunnittelu (perspektiivikuvat)
 - Ristiriitojen vähentäminen



Hyödyt rakentajille

- Hankinnat
 - Hankkeeseen perehtyminen
 - Tuki aliurakoiden tarjousten teolle
 - lähtötiedot, mitat, määrät, ympäröivät rakenteet, säilytettävät rakenteet
 - Esivalmistus, esim. julkisivuissa ja talotekniikassa
 - Sopimusneuvotteluissa urakkarajojen yms läpikäynti
- Laskenta
 - Hankkeeseen tutustuminen
 - Määrät (purkutyöt, uudet rakenteet)
- Tuotannon suunnittelu
 - Purkujärjestykset
 - Haalausreitit
 - Työjärjestykset
 - Talotekniikan reittien tarkastaminen



Kustannusvertailua

- Ajan käyttö

Kohde: Koulurakennus		4500 m2 (hyötyala)	
Aika		Takymetrimittaus	Laserkeilaus
Mittauksen suunnittelu	[h]	12	4
Mittaus kohteessa	[h]	160	48
Laitevuokra	[vrk]	10	5
Jälkikäsitteily	[h]	8	16
Tietomallin laadinta	[h]	60	60
Kate ja riskivaraus	[erä]	1	1



Kustannusvertailua

-Yksikköhinnat

Yksikköhinta	Takymetrimittaus	Laserkeilaus
Mittauksen suunnittelu [€/h]	75	75
Mittaus kohteessa [€/h]	75	75
Laitevuokra [€/vrk]	80	200
Jälkikäsittely [€/h]	75	75
Tietomallin laadinta [€/h]	75	75
Kate ja riskivaraus [erä]	5000	5000



Kustannusvertailua

- Kokonaiskustannukset

Kustannus [€]	Takymetrimittaus	Laserkeilaus
Mittauksen suunnittelu	900	300
Mittaus kohteessa	12000	3600
Laitevuokra	800	1000
Jälkikäsittely	600	1200
Tietomallin laadinta	4500	4500
Kate ja riskivaraus	5000	5000
Yhteensä euroa	22900	15300
€/m ²	5,09	3,40



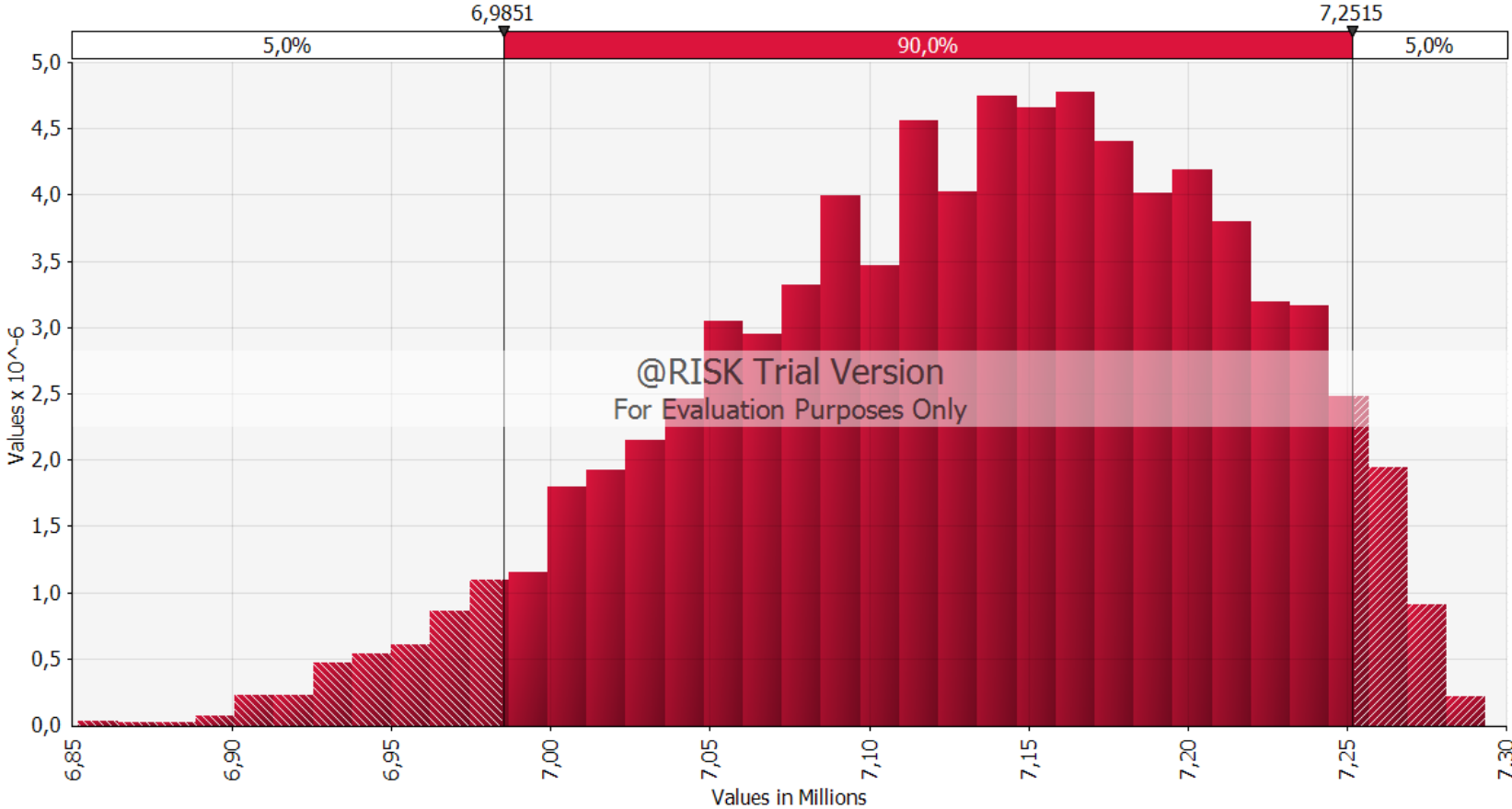
Taloudellisten hyötyjen arviointi simuloinnilla

- Menetelmien hyötyjä voidaan arvioida Monte Carlo simuloinnilla.
- Simuloinnissa hyödyt on arvioitu kokemusperusteisesti
- Hyötyjen arviointi kolmiojakaumalla
 - Ylin ennuste = kustannusarvio = ei synny hyötyä
 - Todennäköisin alitus = alin arvioitu hyöty
 - Alin ennuste = suurin alitus = suurin mahdollinen arvioitu hyöty
 - Laskennalliset säästöt perustuvat todennäköisyysjakaumalla painotettuihin satunnaislukuihin.
- Simuloinnissa laskelma iteroitiin 5000 kertaa



Osa-alue		Kustannusarvio	Alin hyöty	Suurin hyöty	Alin ennuste	Todennäköinen	Ylin ennuste	Simulointi
Suunnittelutarjoukset, (suunnittelu)		400 000	2,0 %	5,0 %	380 000,00	392 000,00	400 000,00	393 333,33
	Kohdekäyntien hinnoittelu							
	Tarjoushalukkuus							
	Riskivaraukset							
	Perehtyminen kohteeseen							
	Mittojen luotettavuus							
	Yhteistyön sujuminen							
Työkustannukset työmaalla		1 900 000	5,0 %	15,0 %	1 615 000,00	1 805 000,00	1 900 000,00	1 805 000,00
	Urakoinnin riskivaraukset							
	Työn tehokkuus, häiriöiden väheneminen							
	Rakentamisaika (hankeaika)							
	Rework							
	-Laadukkaammat suunnitelmat							
	-Kattavat ja luotettavat mittatiedot							
Hankinnat ja aliurakat		3 800 000	3,0 %	5,0 %	3 610 000,00	3 686 000,00	3 800 000,00	3 736 666,67
	Tarjoushalukkuus							
	Riskivaraukset							
	Lisätöiden väheneminen							
	Lähtötietojen varmuus							
	Toimittajan määrlaskenta							
	Sopimustulkinnat							
		0	0,0 %	0,0 %	0,00	0,00	0,00	0,00
Yleiskustannukset		1 200 000	0,5 %	1,0 %	1 188 000,00	1 193 880,00	1 200 000,00	1 196 000,00
	Rakentamisen johtotehtävät							
	Urakoitsijan yritystehtävät							
	Rakentamisen työmaatehtävät							
	Työmaapalvelut							
	Työmaan kalusto							
	Suunnittelutehtävät							
	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät							
	Omistajan hoito- ja ylläpitopalvelut							
	Muut							
					Odotusarvo - keskihajonta	Keskihajonta	Odotusarvo + keskihajonta	Simuloitu odotusarvo
Hanke yhteensä		7 300 000			7 049 903	81 097	7 212 097	7 131 000
					5 %	Vaihteluväli	95 %	
					6 985 101		7 251 504	

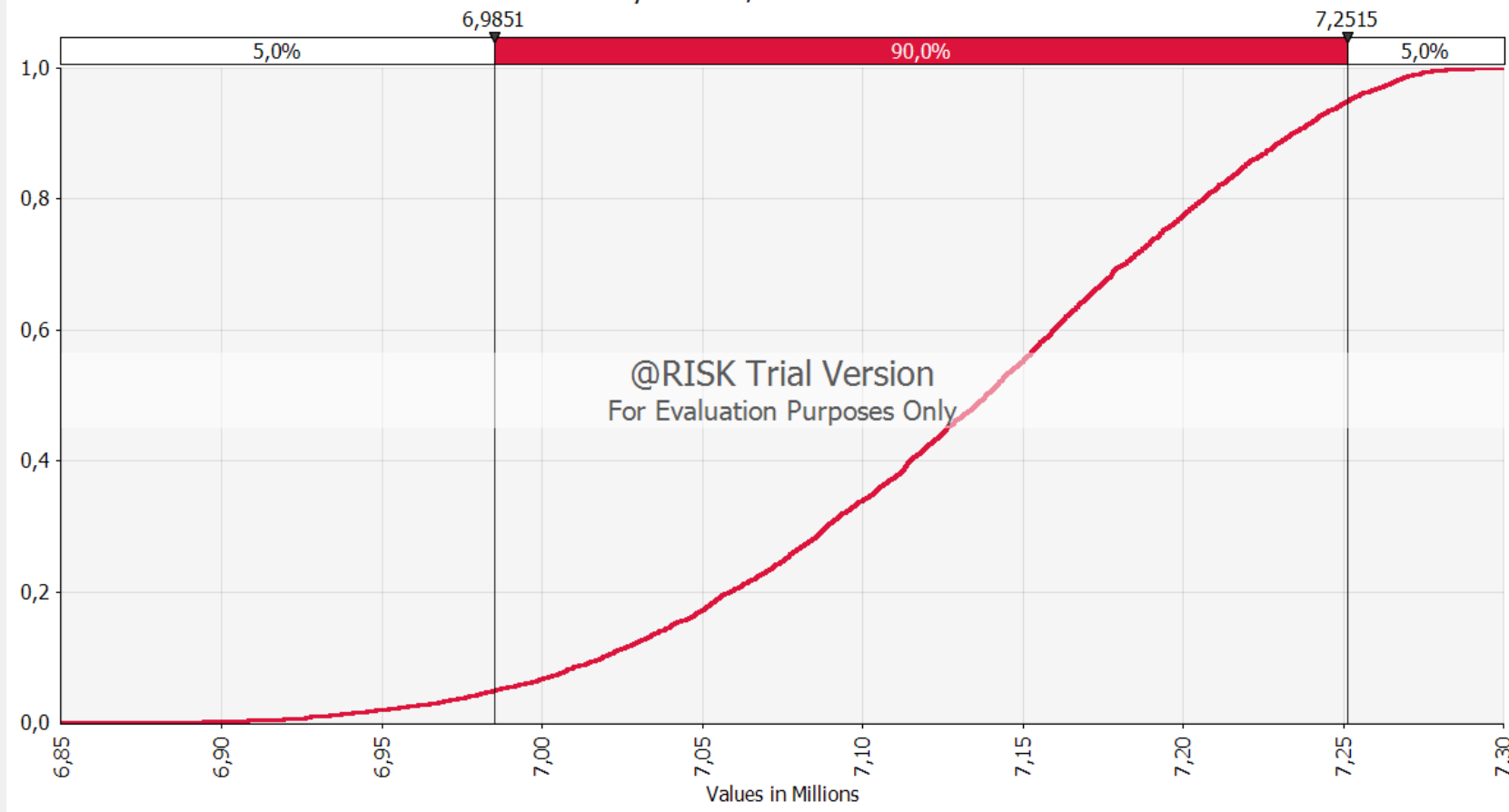
Hanke yhteensä / Simuloitu odotusarvo



Statistics Grid	
Cell	Hanke yhteensä / Simuloitu
Cell	Simulointi!I42
Minimum	6 851 760,51
Maximum	7 293 576,42
Mean	7 130 999,97
90% CI	± 1 886,81
Mode	7 113 940,23
Median	7 138 435,95
Std Dev	81 097,21
Skewness	-0,3879
Kurtosis	2,5810
Values	5000
Errors	0
Filtered	0
Left X	6 985 101,38
Left P	5,0%
Right X	7 251 503,94
Right P	95,0%
Dif. X	266 402,56
Dif. P	90,0%
1%	6 932 589,41
5%	6 985 101,38
10%	7 018 704,44
15%	7 040 707,59
20%	7 058 831,21
25%	7 075 853,53
30%	7 088 757,30
35%	7 103 149,24
40%	7 114 706,66
45%	7 126 198,57
50%	7 138 435,95
55%	7 149 344,64
60%	7 159 511,36
65%	7 170 200,99
70%	7 181 210,30



Hanke yhteensä / Simuloitu odotusarvo



Statistics Grid	
Cell	SimulointiI42
Minimum	6 851 760,51
Maximum	7 293 576,42
Mean	7 130 999,97
90% CI	± 1 886,81
Mode	7 113 940,23
Median	7 138 435,95
Std Dev	81 097,21
Skewness	-0,3879
Kurtosis	2,5810
Values	5000
Errors	0
Filtered	0
Left X	6 985 101,38
Left P	5,0%
Right X	7 251 503,94
Right P	95,0%
Dif. X	266 402,56
Dif. P	90,0%
1%	6 932 589,41
5%	6 985 101,38
10%	7 018 704,44
15%	7 040 707,59
20%	7 058 831,21
25%	7 075 853,53
30%	7 088 757,30
35%	7 103 149,24
40%	7 114 706,66
45%	7 126 198,57
50%	7 138 435,95
55%	7 149 344,64
60%	7 159 511,36
65%	7 170 200,99
70%	7 181 210,20

Hyöty/kustannus

- Tietomallin (inventointimalli) kustannus kouluesimerkissä noin 15 000 € (2-3 ‰)
- Hyödyt monikertaisia?

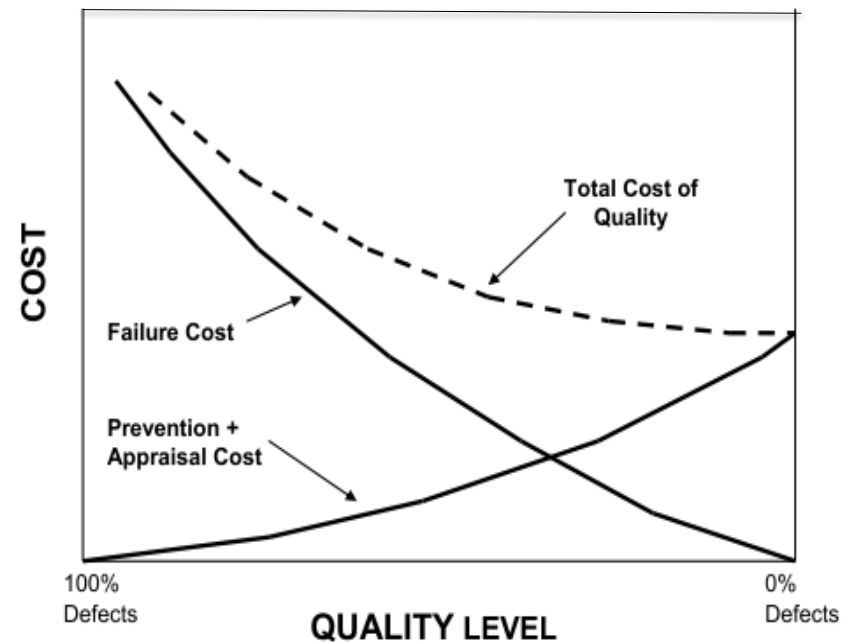
Simuloitu hyödyn odotusarvo	169 000
5% todennäköisyydellä vähintään	314 899
95% todennäköisyydellä vähintään	48 496

- Eli 95 % todennäköisyydellä hyödyt ovat 3 kertaa panostusta suurempia



Kannattaako suunnitteluun panostaa?

- Laatuun liittyvät kustannukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan
 - laatuvirheiden ehkäisykustannuksiin,
 - arvioimiskustannuksiin ja
 - virheiden aiheuttamiin kustannuksiin.



Laatukustannuksia

Tekijä	Vuosi	Maa	Kustannukset	Muuta
Simpeh et al.	2012	Etelä-Afrikka	2,93 % (suorat) ja 2,20 %* (epäsuorat)	Kyselytutkimus, laatuvirheiden suorat ja epäsuorat kustannukset
Kazaz	2005	Turkki	16,75 %, 24,96 % ja 24,75 %*	Case-tutkimus, 3 kohdetta
Hall, Tomkins	2001	Iso-Britannia	5,84 %* (laatuvirh.) + 12,68 %* (ehkäisy ja arviointi)	Laatuvirheiden osuus, case- tutkimus
Barber	2000	Iso-Britannia	16 % ja 23 %**	Casetutkimus, 2 tapausta, laatuvirheiden osuus

* *sopimushinta (contract value),*

** *hankkeen kokonaiskustannukset*



Suunnitteluvirheiden kustannuksia

Tekijä	Vuosi	Maa	Kustannus	Huom.
Love, Li	2000	Australia	0,611 % ja 0,245 %**	2 kohdetta, suunnitelmavirheet ja suunnitelmapuutteet
Josephson, Hammar- lund	1994- 1996	Ruotsi	Ka 1,153%** (7 casea: 0,6%-2,0%)	Suunnittelun virheistä johtuvat kustannukset
Lopez, Love	2012	Australia	Ka 14,2%** (139 casea)	Suunnitteluvirheistä johtuvat suorat 6,85% ja epäsuorat kustannukset 7,36%.



Uudelleen tekemisen kustannuksia

Tutkija	Vuosi	Maa	Uudelleen tekemisen kustannukset
Simpeh et al.	2012	Etelä-Afrikka	5,12%* (2,93% suorat+2,20% epäsuorat kustannukset)
Oyewobi	2011	Nigeria	5,06 %**
Hwang et al.	2009	Yhdysvallat	5% **
Kazaz	2005	Turkki	11,53% ** (virheiden aiheuttamat kustannukset)
Love	2002	Australia	6,4% ja 5,6%* (2 casea)
Josephson et al.	2002	Ruotsi	4,4% **
Hall, Tomkins	2001	Iso-Britannia	5,84%*(laatuvirheiden aiheuttamat kustannukset)
Love et al.	1999	Australia	2,4% ja 3,15%* (2 casea)
Josephson, Hammarlund	1990-1996	Ruotsi	6% *



Kanavan koulu Lempäälä

Suunnittelun ja laadun kustannusten arviointia

- Budjetti 7,3 m€
- Rakennuttaminen ja suunnittelu 700 k€
- Keilaus ja pistepilvi 15 000 € (0,2 %)
- Laatukustannukset 3 - 20 %
= 200 000 – 1,5 m€
- Suunnitteluvirheiden kustannukset 0,5-10%
= 36 000– 730 000 €
- Uudelleen tekeminen 5-6%
= 360 000 – 440 000 €

Kuinka paljon hyvillä lähtötiedoilla säästää?

Kuinka säästö jaetaan?



Ryhmätehtävä 1, osa 1

- Kuvitellaan, että sinä omistat laserkeilauslaitteen.
 - Mitä palvelu sisältää?
 - Laitteen vuokraus ja koulutus
 - Keilauspalvelu (keilaus + mittaaja)
 - Keilaus + rekisteröinti (käsittely)
 - Hyötylaskelma (hankinnan perustelu)
 - Inventointimallinnus (Suunnittelijan kannattaisi tehdä malli?)
 - Myös fotogrammetriset menetelmät (kopterikuvaus)
 - Pintamallin tuottaminen pistepilvistä
 - Mittauspalvelun tilauksen tuki (käyttötarkoituksen mukaisesti)
 - Ketkä ovat asiakkaita?
 - Kaikki rakennusalan ja sen ulkopuoliset toimijat 😊
 - Mitä hyötyjä syntyy?
 - Kattava mittatieto => Mittatietojen hankintaan ei tarvitse käyttää suunnittelu-aikaa
 - Kattava havaintotieto => Kohteeseen tutustuminen



Laserkeilauksen palvelukonsepti keskustelu

Palvelu & myyntiargumentit	Asiakas	Hyödyt



Ryhmätehtävä 1, osa 2

- Kuinka omassa liiketoiminnassa hyödynnät keilausta?
 - Kuinka aloittaisit myymään palvelua?
 - Mitä palvelu sisältää?
 - Ketkä ovat asiakkaita?
 - Mitä hyötyjä syntyy?



Kuinka omassa liiketoiminnassa hyödynnät keilausta?

- Suunnittelutoimisto:
 - Olemassa olevan tilanteen inventointi => Kokonaisuuden havainnollistaminen
 - Toteumatiedon seuranta ja inventointi
 - Hybridimallin käyttö havainnollistuksessa, ei tarvitse mallintaa kaikkea
- Urakoitsija tai palvelun tuottaja:
 - Systemaattisen, jatkuvan ylläpidon tarjoaminen laitosympäristöissä
 - Elinkaaripalveluiden tuki => Keilataan kohteita ”varastoon”



Ryhmätehtävä 2

- Yhteiset ponnistukset asia edistämiseen:
 - Business syntyy tekemällä, ei suunnittelemalla
 - Asiakkaan (kiinteistön omistajan) vakuuttaminen pistepilvien ja mallintamisen hyödyistä faktoilla
 - Tuotteistaminen myyntiä varten
 - Tilaajien ymmärryksen lisääminen
 - Arvovirta-analyysi asis vs. tobe (Lean)? => Voitaisiin arvioida esimerkiksi suunnittelutoimiston saamaa hyötyä tarkemmasta ja kattavammasta mittatiedosta



Osaamisverkosto, alustus

”Laaja- ja monialainen 3D-mittausmenetelmien ja tietomallintamisen osaamiskeskittymä”

- ”Prodigious yritysverkosto”
- Opetus ja (Arkkitehti-, DI-, insinöörikoulutus)
 - Hankeprosessit, sopimukset, määrittelyt...
 - Mittaustekniikka, pistepilven käsittely, rekisteröinti, ...
 - Tietomallinnus, inventointi,...
 - Verkko-opetus
- Edellisten täydennyskoulutus
- Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus <http://www.tut.fi/en/civit>
 - liikealusta/juoksumatto
 - turvallisuuskysymykset
 - virtuaalistudio, ”cave” – tutkimuskäyttö, tilakokemus, Noora Lassila.
- Corelab-yhteistyö, <http://www.corelab.fi/>
- Robotiikka, simulaattorit, konenäkö,...



Osaamisverkosto - keskustelu



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Sennatti



Creanex

HELAMAA/HEISKANEN



mittauspalvelu
MP.MAP



bst



RakennusTekniikka H. Nevala



Geopalvelu Oy



Arkkitehtitoimisto
Anna-Maija Kaihari Ky



Arkkitehtikolmio Oy



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Vipuvoimaa
EU:lta
2014-2020



Loppukeskustelu



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan sosiaalivaltio

Tarjouspyynnöt, sopimukset

Perustiedot

- Formaatti
- Pinta-ala, tilaohjelma
(huonekoon keskiarvo / huoneiden lukumäärä)
- Pohjapiirrokset, julkisivukuvat,...
- "Esim kaltevien lattioiden ja vinojen seinien käsittelytapa, kerrosten keskinäinen vastaavuus. (oikaistaanko / ei oikaista)"
- "Mittauksen ajankohta ja muut ehdot
- Käyttäjät läsnä / väistävät"
- Tilojen tyhjentäminen



Tarjouspyynnöt, sopimukset

Mittatarkkuus / resoluutio

- Mikä tarkoitus keilauksella?
- Otetaanko seinästä 2 vai 5 skannausta, pisteiden määrä 2,5 kertainen
- Tiedostokoon rajoitukset
- Jatkojalostuksen menetelmä (pintamalli, tietomalli)



Tarjouspyynnöt, sopimukset

- Mallinnuksessa tarvittavat detaljit, esim ikkunakarmit, TaTe-venttiilit,
- Jälkikäsittelyn taso,
 - irtokalusteiden poisto,
 - suodatus, pisteiden kohina,
 - virheet ja
 - tarpeeton tieto



Tarjouspyynnöt, sopimukset

- Inventointitietojen kerääminen
- Jaksottainen keilaus;
 - lähtötilanne käytön aikana
 - tyhjät tilat
 - kevyet rakenteet purettu
 - korjauksien asbuilt
- Mittojen luotettavuus, kuka vastaa virheistä?

