

Hoivalaitosten palo- ja poistumisturvallisuuden arviointimenetelmistä

RTT Paloseminaari
6.2.2025

Simo Hostikka



Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

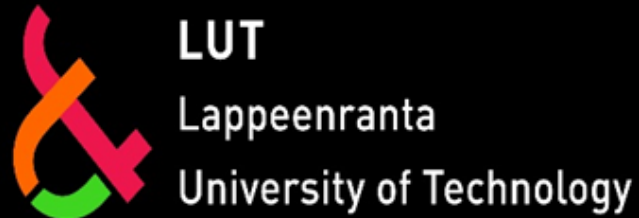
PSR

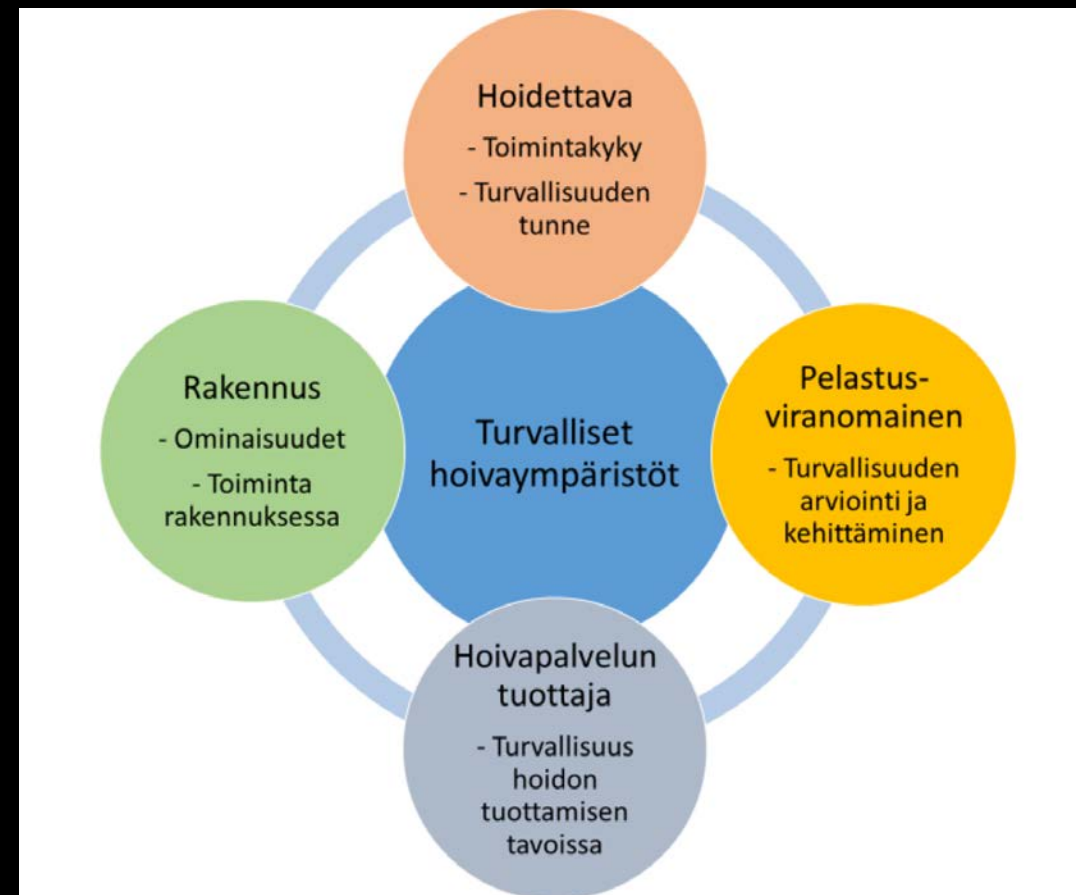
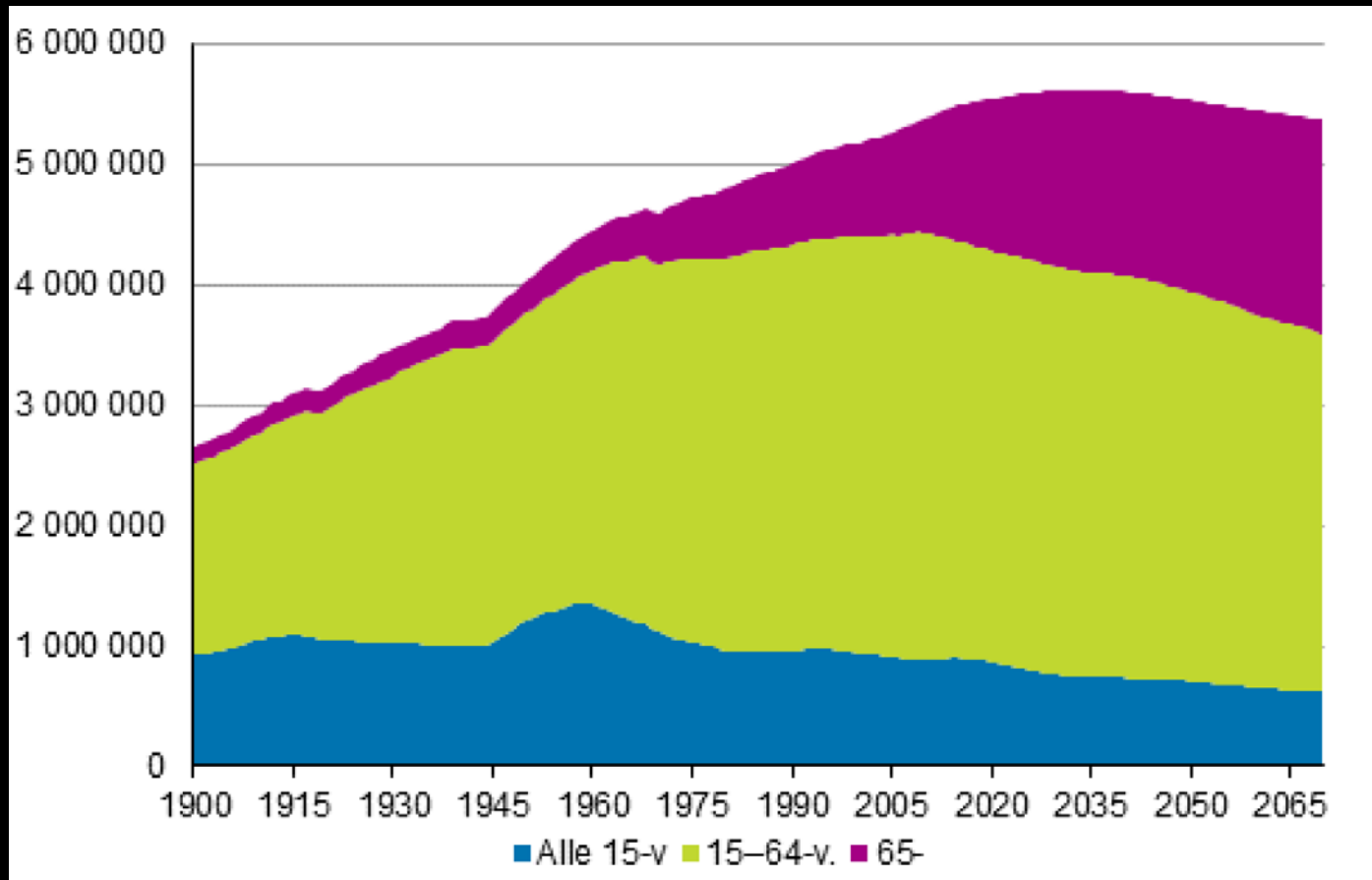
PALOSUOJELURAHASTO



Kvantitatiivisen paloturvallisuusarvioinnin kehittäminen monimuotoistuviin hoivalaitosympäristöihin

2023 – 2024



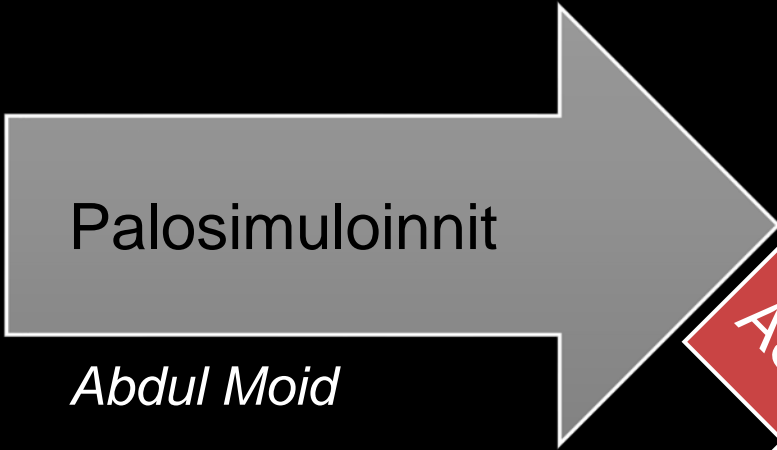
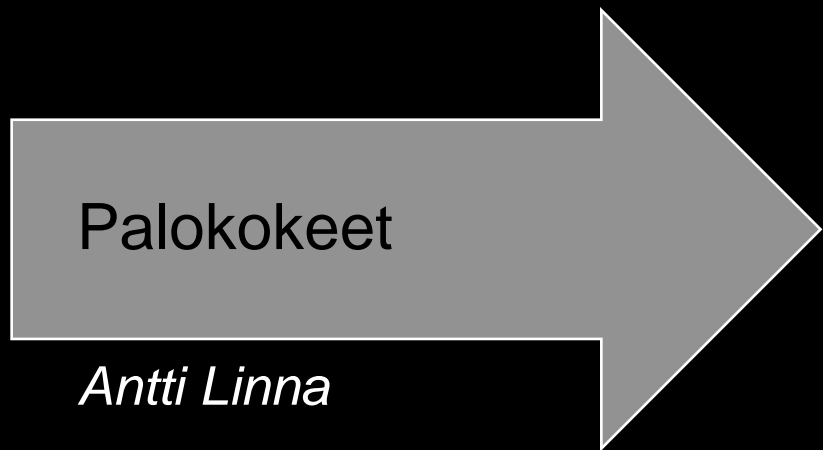


A!

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on tuottaa pelastustoimen käyttöön kvantitatiivinen menettely monimuotoisten hoivapalveluympäristöjen palo- ja poistumisturvallisuuden arviointiin.

1. Kriittisten tekijöiden parametrisointi (asukkaat, henkilöstö)
- 2. Simulointimallit ja lähtötiedot, riskianalyysi**
3. Parannettu arviointimenettely

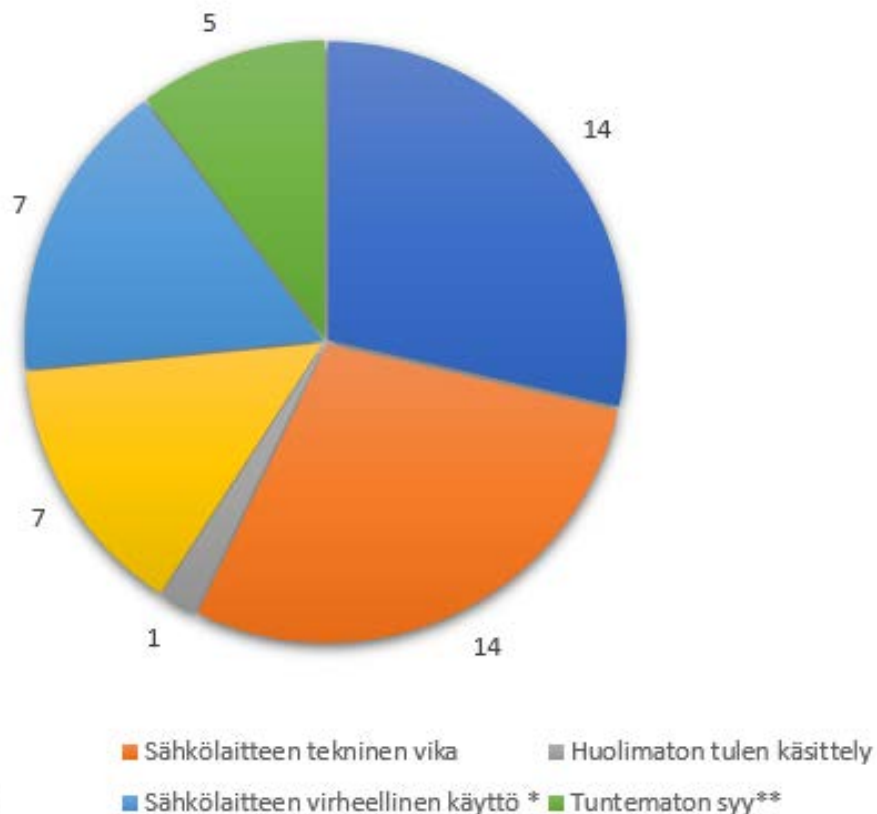


ASET

A!

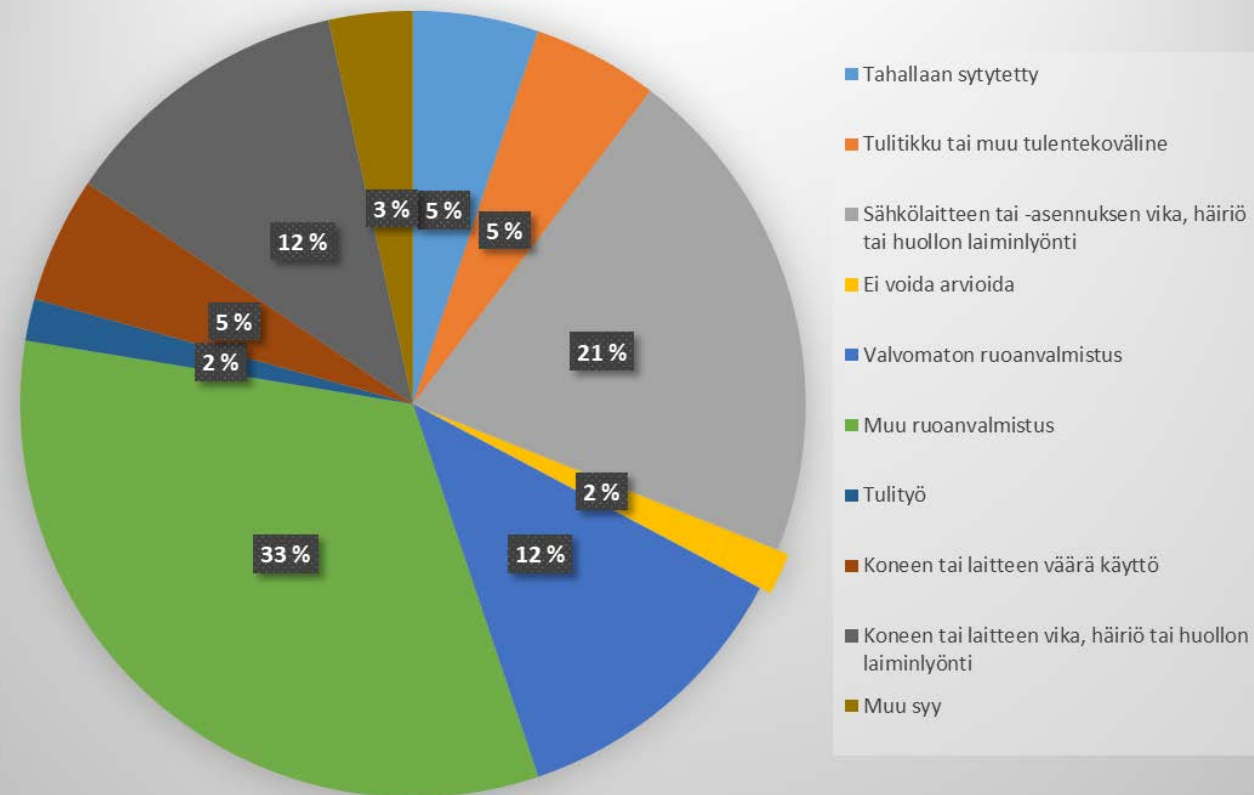
Syttymissyyt ja syttyneet materiaalit hoivalaitoksissa (PRONTO)

Syttymissyyt



Etelä-Karjala

Rakennuspalon tai rakennuspalovaaran syttymissyyt



Kymenlaakso

Palokokeet: sauna, pesukone



A!

Palokokeet: tekstiilit ja liedelle unohtuneet muovit



A!

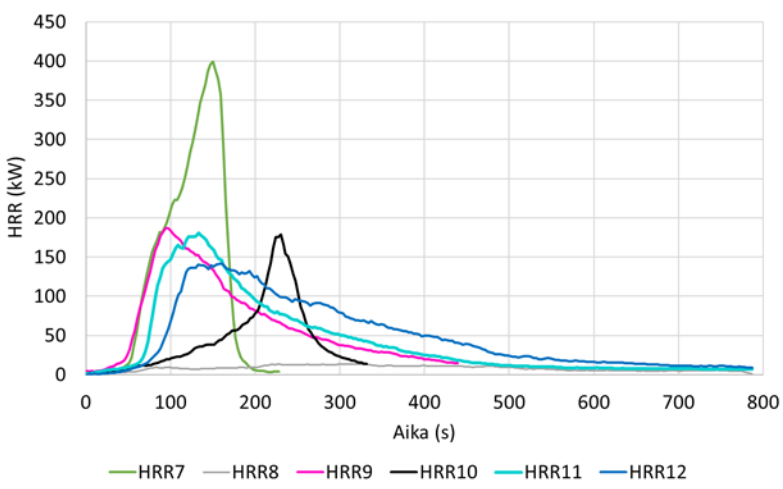


Palokokeet: palosuojaamaton polyuretaanipatja



A!

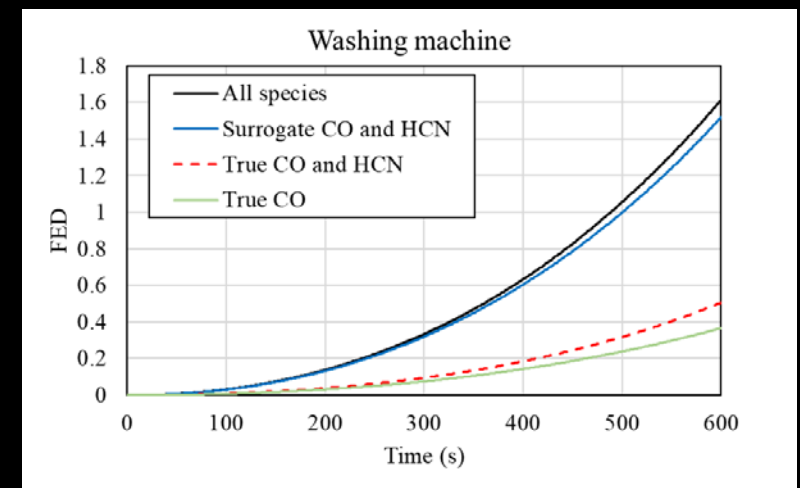
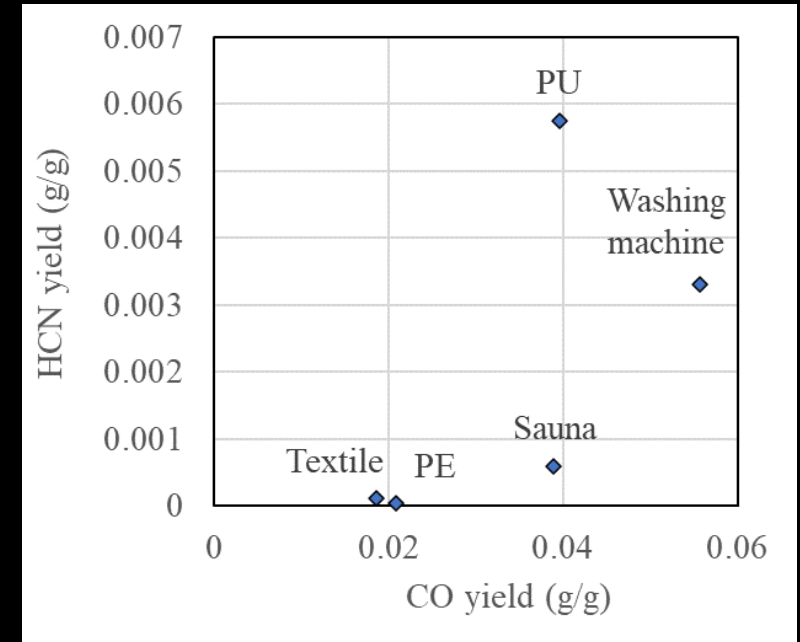
Alkupalojen palotehot



Materiaali	HRR _{max} (kW)	t _{max} (min)	t ₀ (s)	t _g (s)	
Sauna	240	10	230	800	hidas
Pesukone	620	5*	40	350	keskim
Tekstiilit	400	2.5	130	250	keskim.
Liesi + muovipussit	50	13	260	1000	hidas
Liesi + kahvinkeitin	190	20	870	800	hidas
Patja	500	5*	170	200	nopea

Haitallisten aineiden tuottokertoimet ja mallinnus

Yhdiste	Sauna	Pesukone	Tekstiilit	PE-pussit	PU patja
CO	0.03893	0.05565	0.01853	0.02080	0.03958
NO	0.00228	0.00871	0.00008	0.00040	0.00539
NO2	0.00006	0.00023	0.00004	0.00000	0.00002
SO2	0.00125	0.00133	0.00016	0.00008	0.00027
HCl	0.00183	0.00493	0.00024	0.00248	0.02295
HF	0.00003	0.00009	0.00006	0.00022	0.00001
CHOH	0.00160	0.00118	0.00015	0.00029	0.00002
C3H4O	0.00018	0.00381	0.00001	0.00000	0.00001
HCN	0.00059	0.00331	0.00011	0.00004	0.00574
CO,surr	0.0898	0.2414	0.0220	0.0303	0.1485
HCN,surr	0.0	0.0	1.212E-5	0.0	8.685E-4

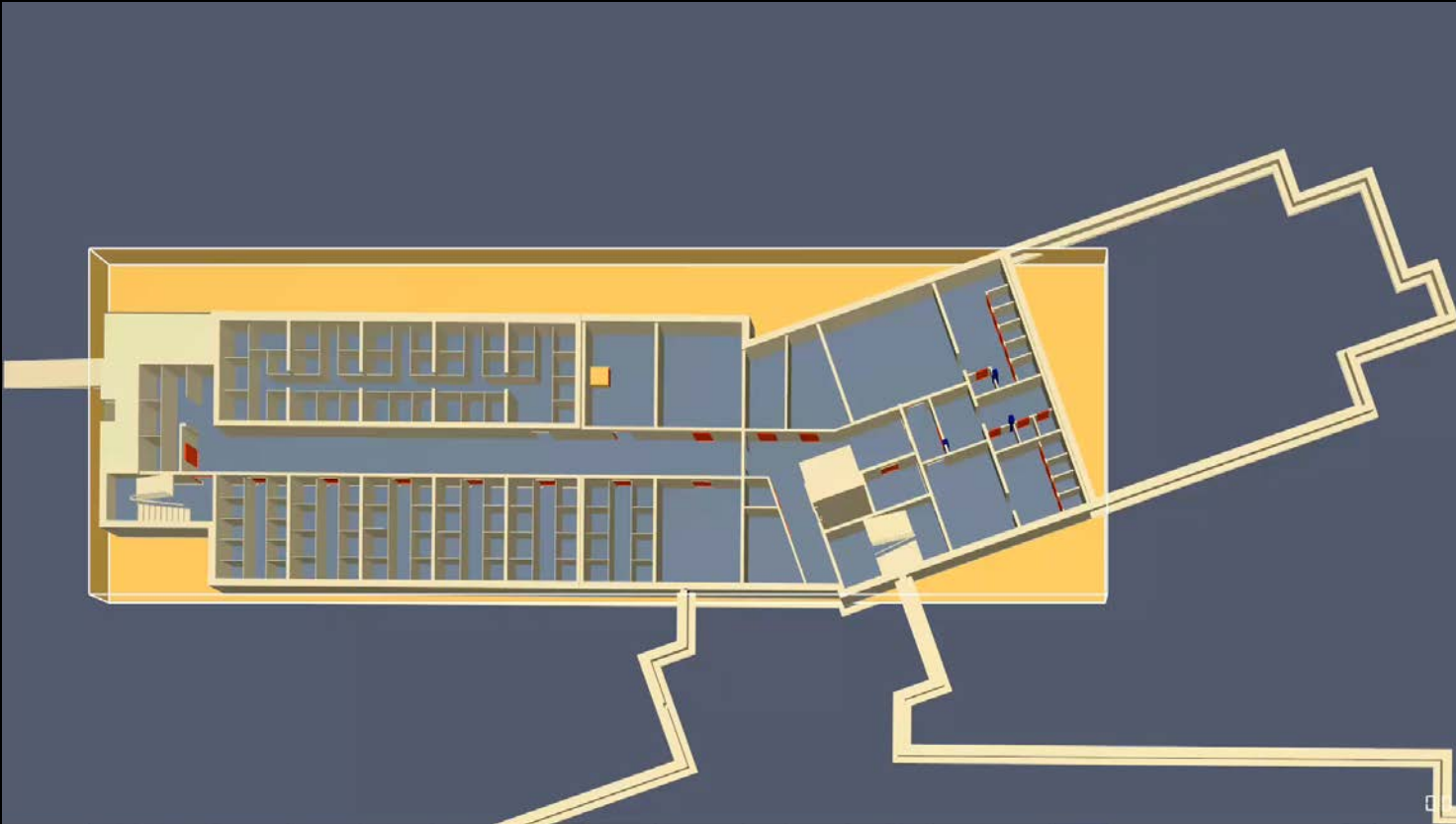


Hostikka, S., Linna, A. Using CO and HCN as surrogates for multiple gases in fire toxicity calculations. 4th European Symposium on Fire Safety Science, Barcelona 9-11-10.2024.

Journal of Physics: Conference Series 2885 (2024) 012091

doi:10.1088/1742-6596/2885/1/012091

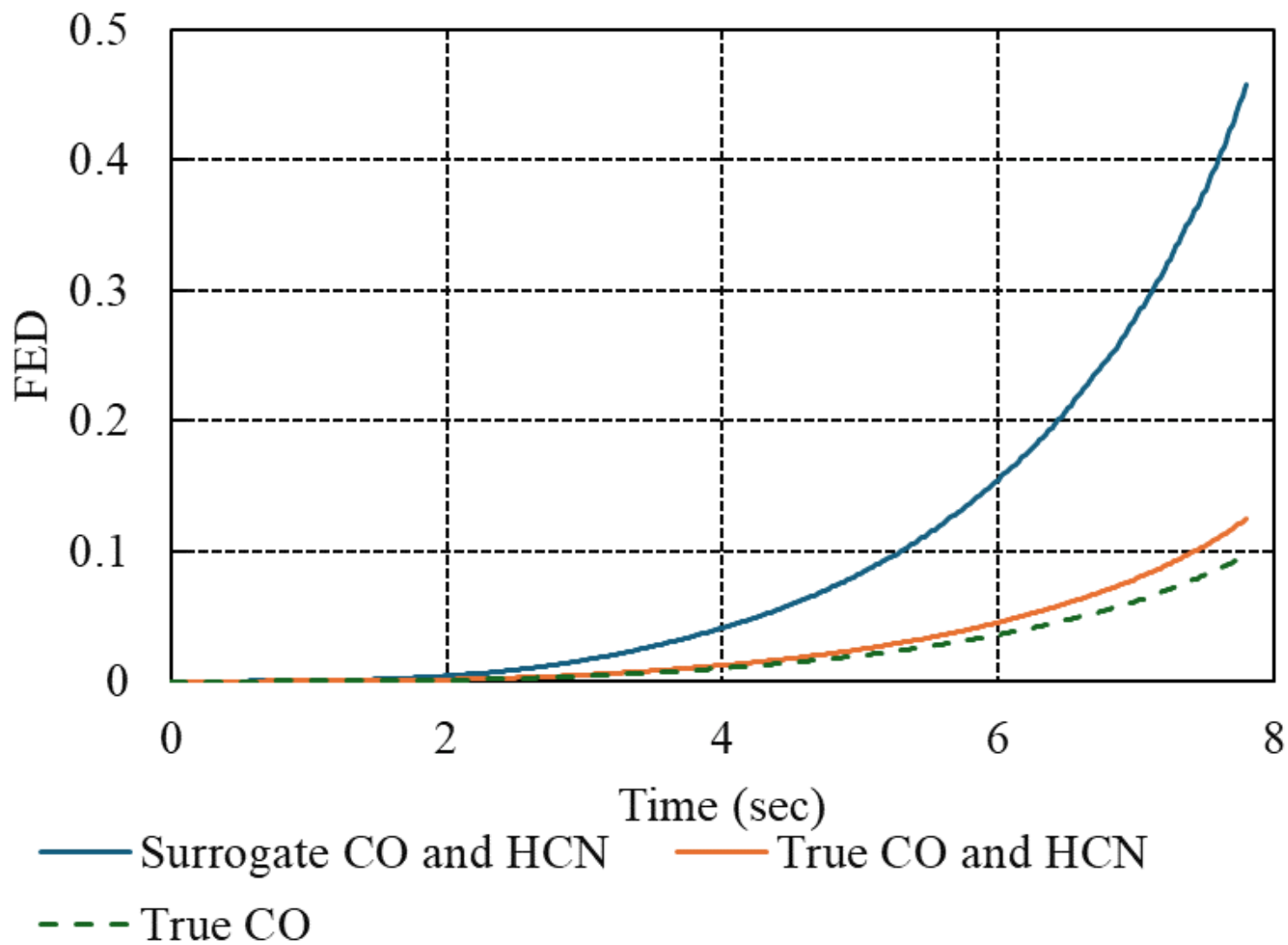
Palosimuloinnit



FDS-simulaatio: pesukoneen palo

- Savuilmaisimet:
 - huoneessa 30 s
 - käytävällä 1...5 min
- Olosuhteiden huononeminen käytävällä (min)

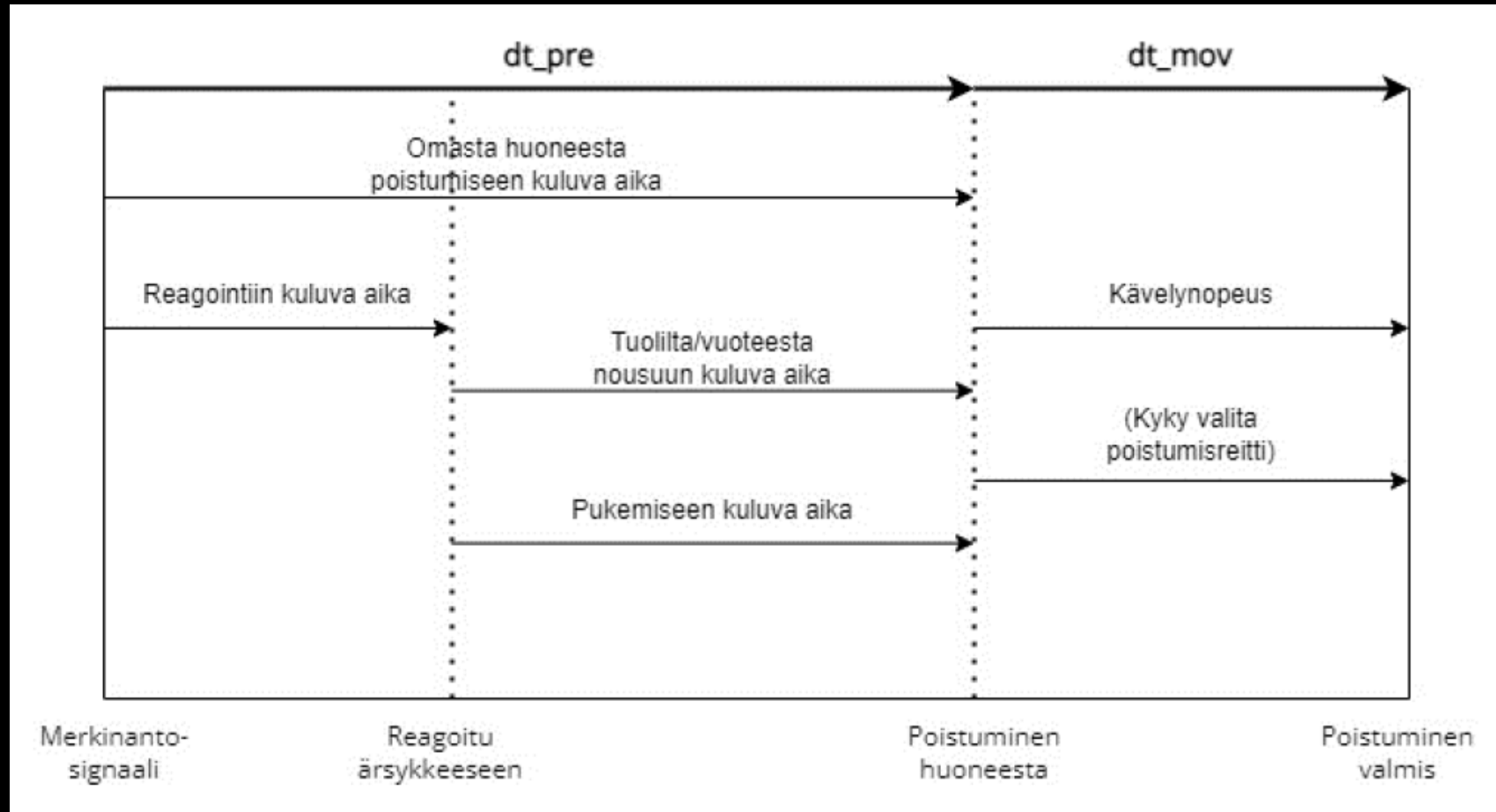
	Näkyvyys	FED
Liesi	5...8	7...11
Pesukone	6	9
Sauna	11	15
Tekstiili	2...4	6...7



RSET

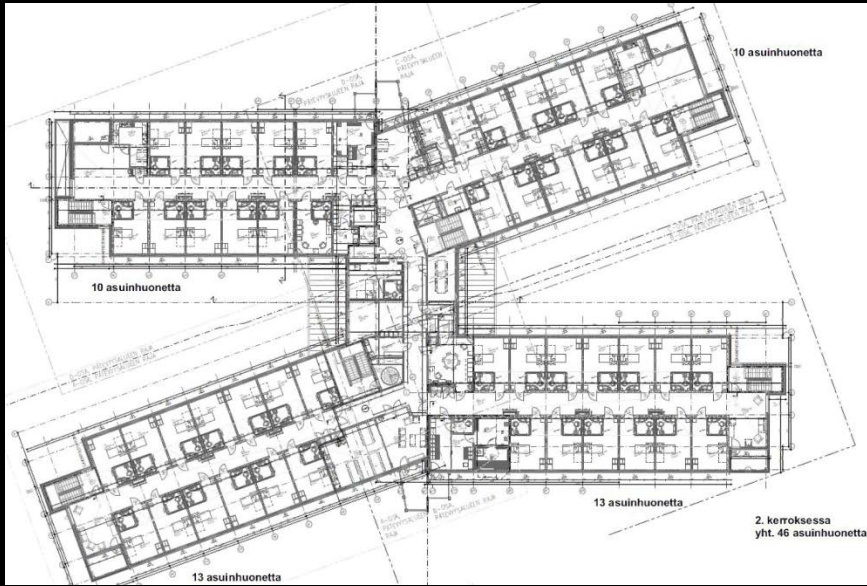
A!

Asukkaiden toimintakyky poistumistilanteessa

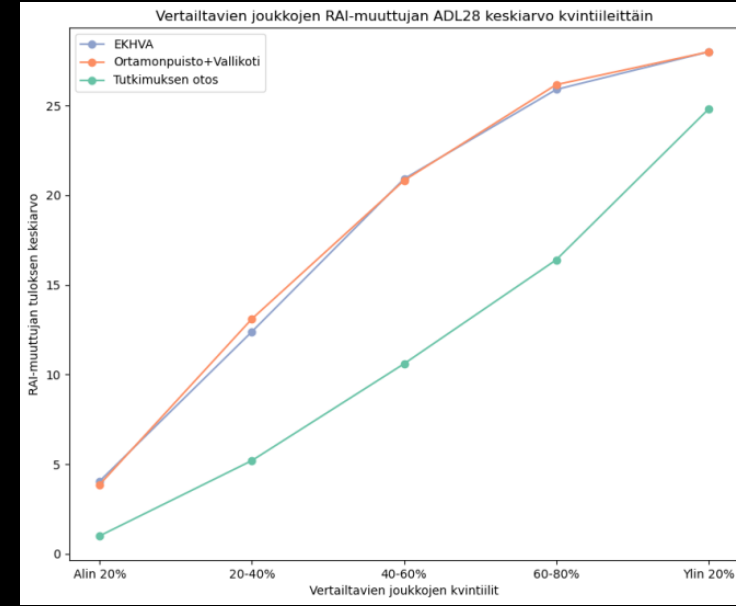


Asukkaiden havainnointi (arjessa)

Ortamonpuisto

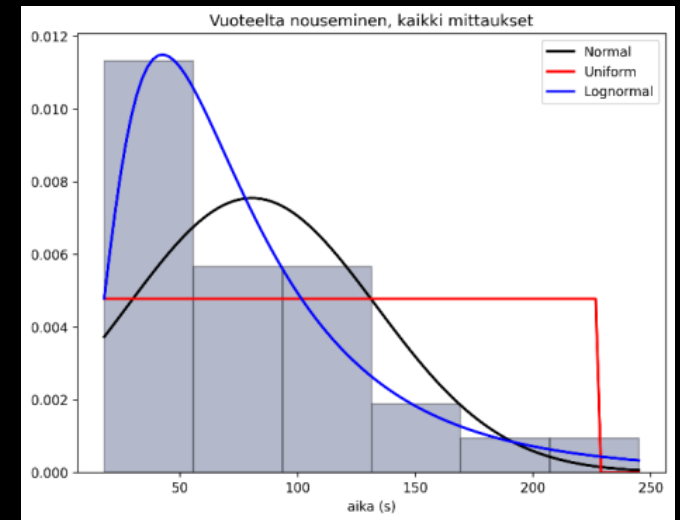
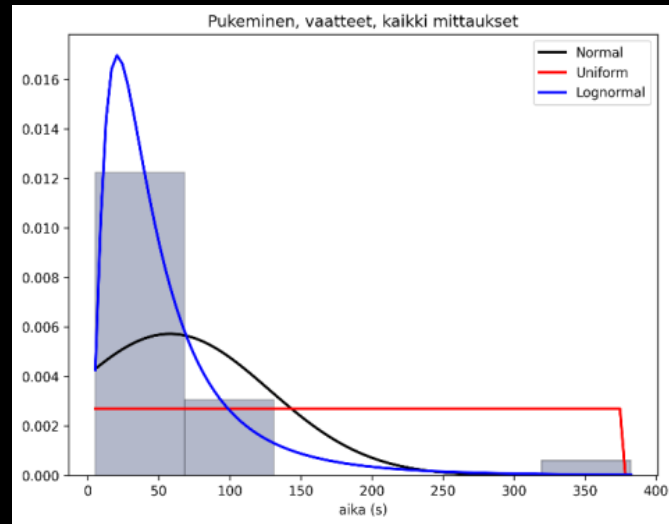
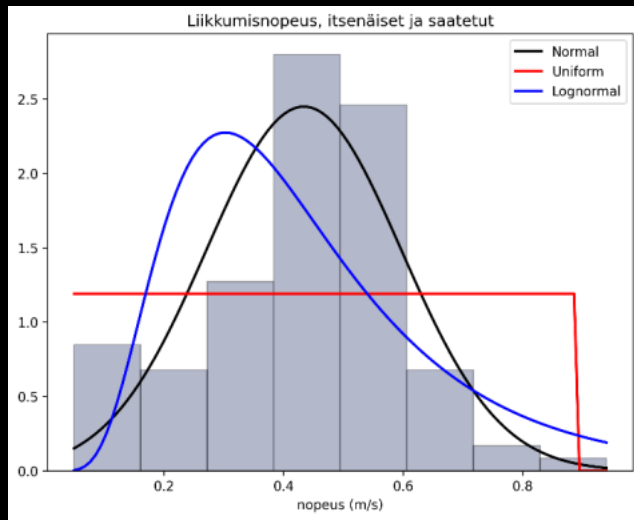


Vallikoti



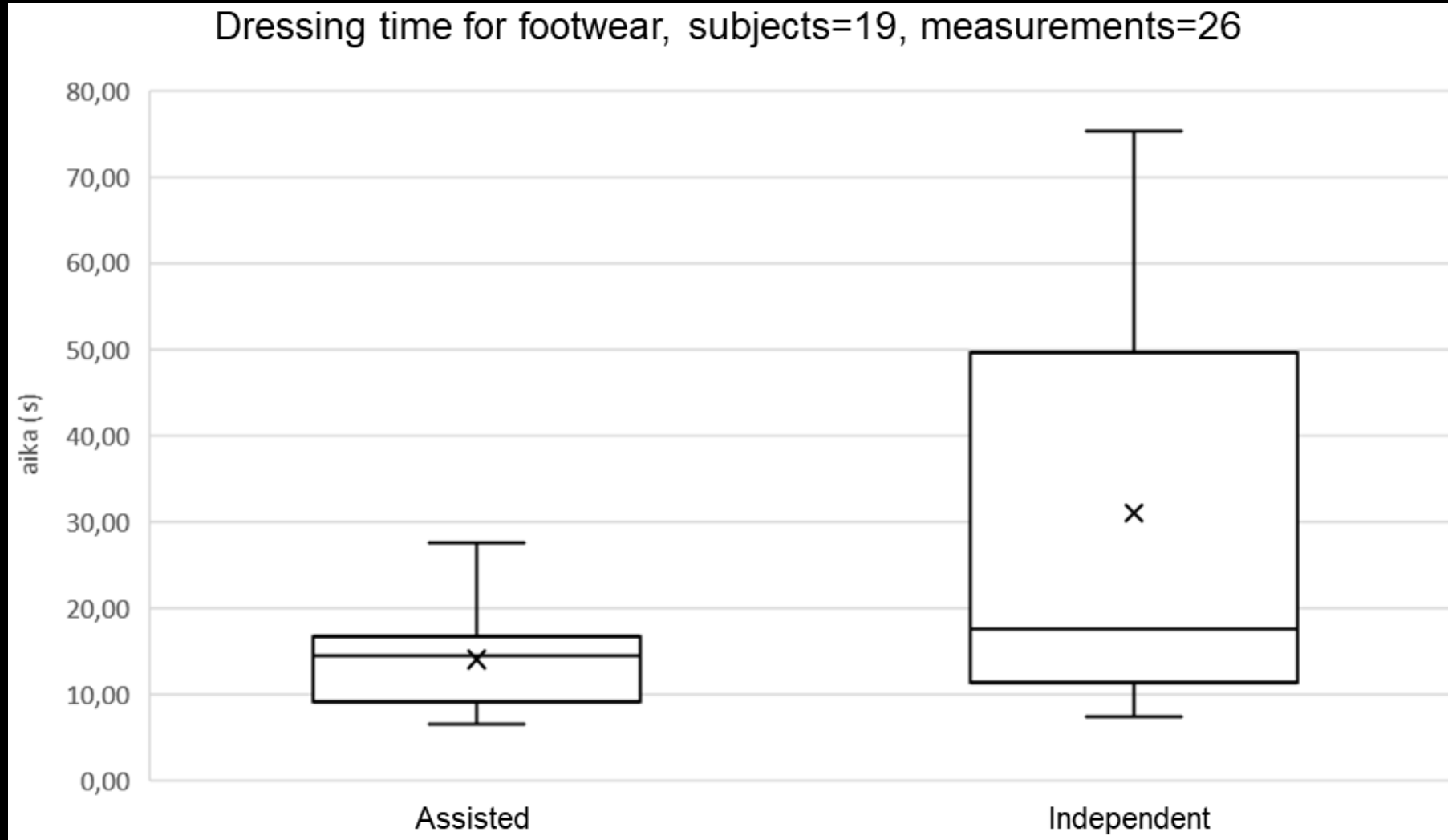
Asukkaiden toimintakyvyn mittaustulokset

Tyyppi	n	m	μ	σ	min	max
Liikkumisnopeus (m/s)	19	106	0.43	0.16	0.05	0.94
Asuinhuoneesta poistuminen (s)	23	47	110	90	10	370
Nousu tuolilta (s)	23	62	18	33	1.5	160
Nousu sängystä (s)	22	28	81	54	18	250
Pukeutuminen, jalkineet (s)	19	26	20	17	6.5	75
Pukeutuminen, vaatteet (s)	13	26	58	72	5.3	380
Reaktioaika puhutteluun (s)	24	29	1.89	0.75	1.0	3.7



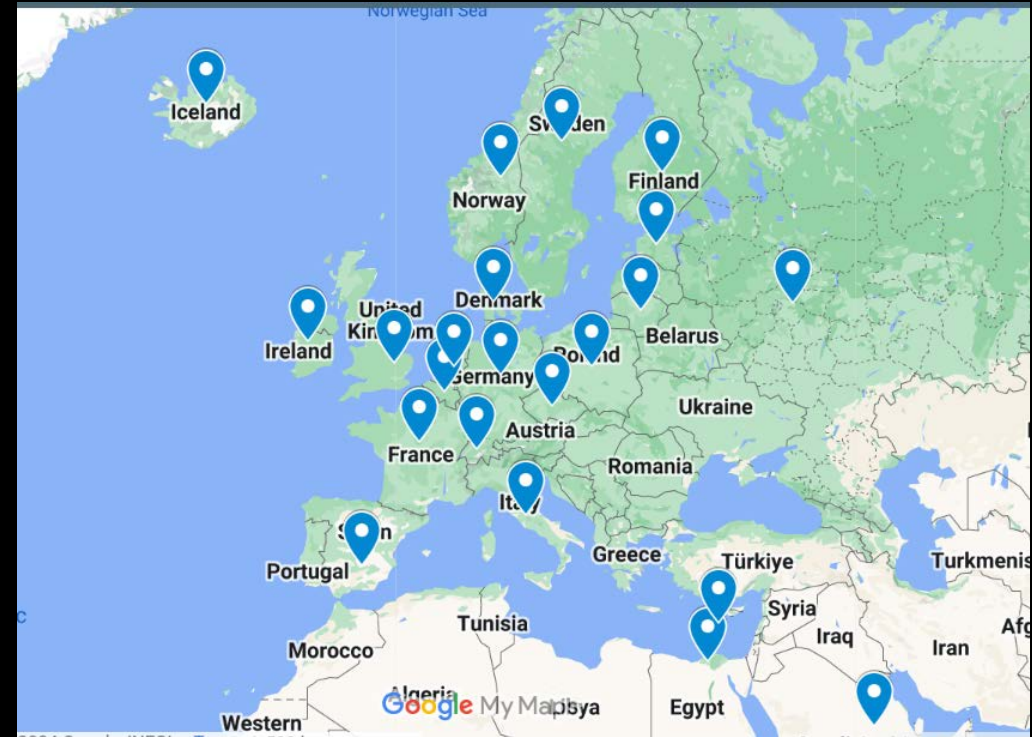
A!

Itsenäinen vs. avustettu toiminta



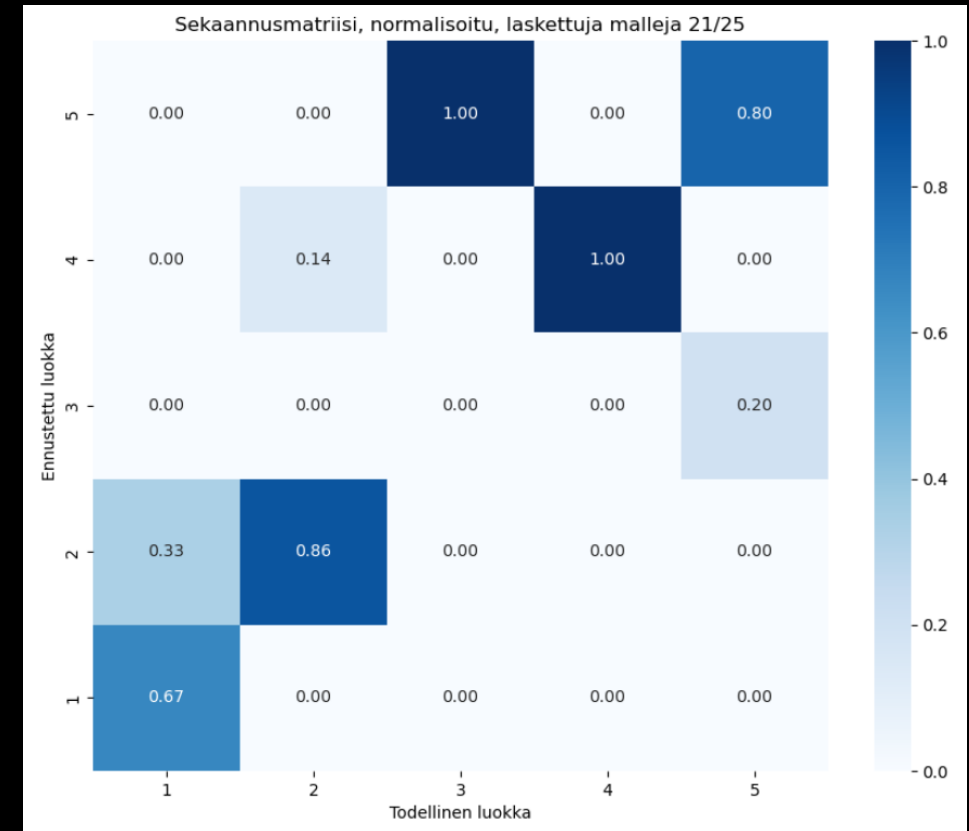
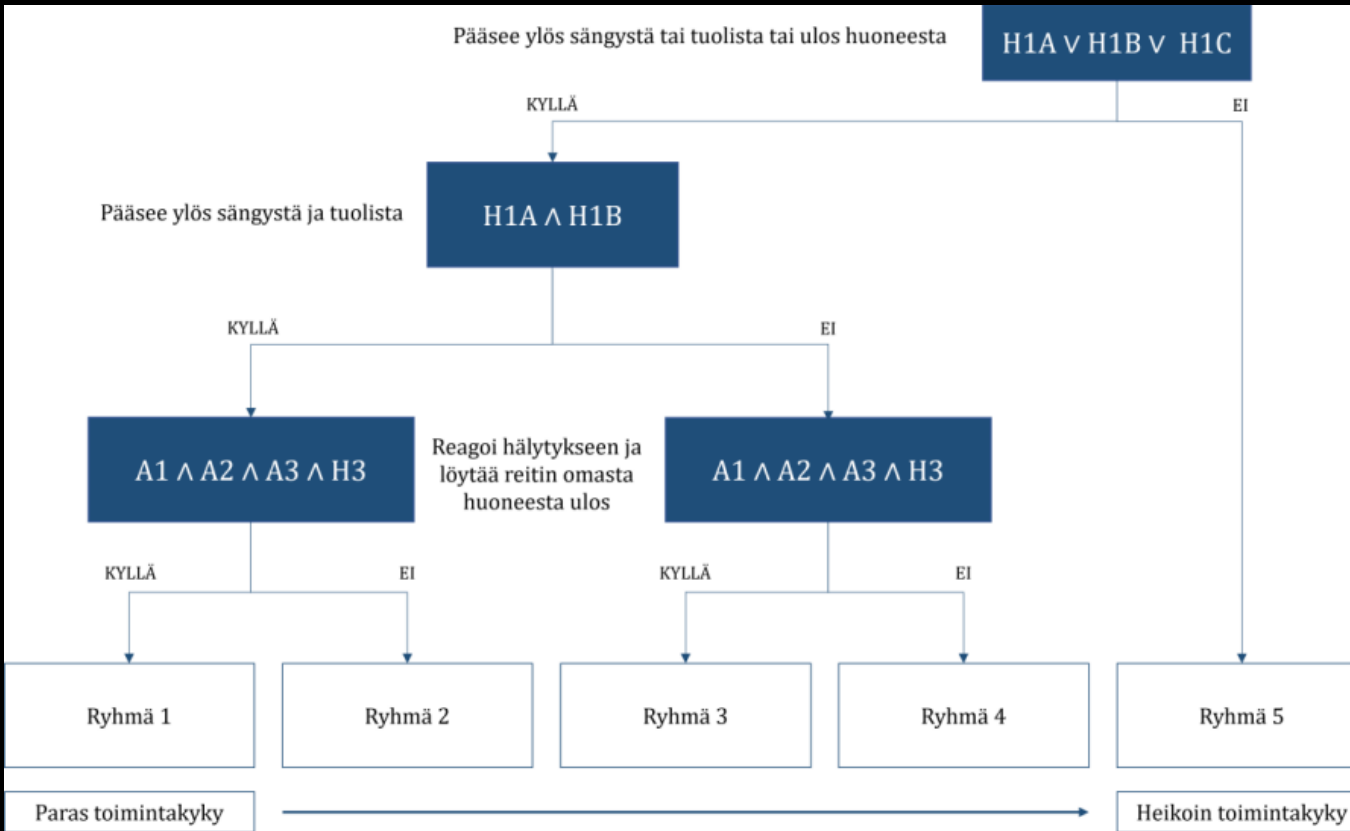
RAI-data

- *RAI = Resident Assessment Instrument*
- *RAI-LTC Long Term Care = RAI-MDS 2.0 (Minimum Data Set)*
- Ikääntyneiden palvelutarpeen arviointityökalu
- Fysikaalinen ja kognitiivinen suorituskyky
- 531 muuttujaa



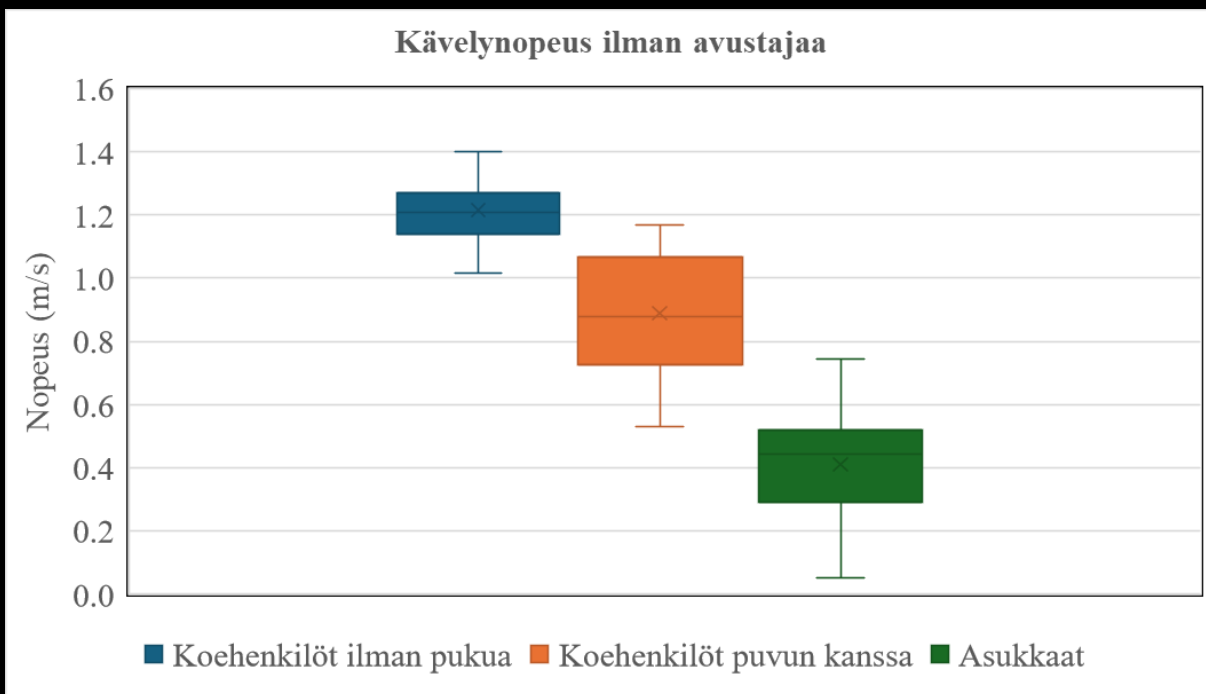
Toimintakyvyn ennustaminen RAI-muuttujien avulla

Luokittelija + regressiomallit nopeudelle ja ajoille.

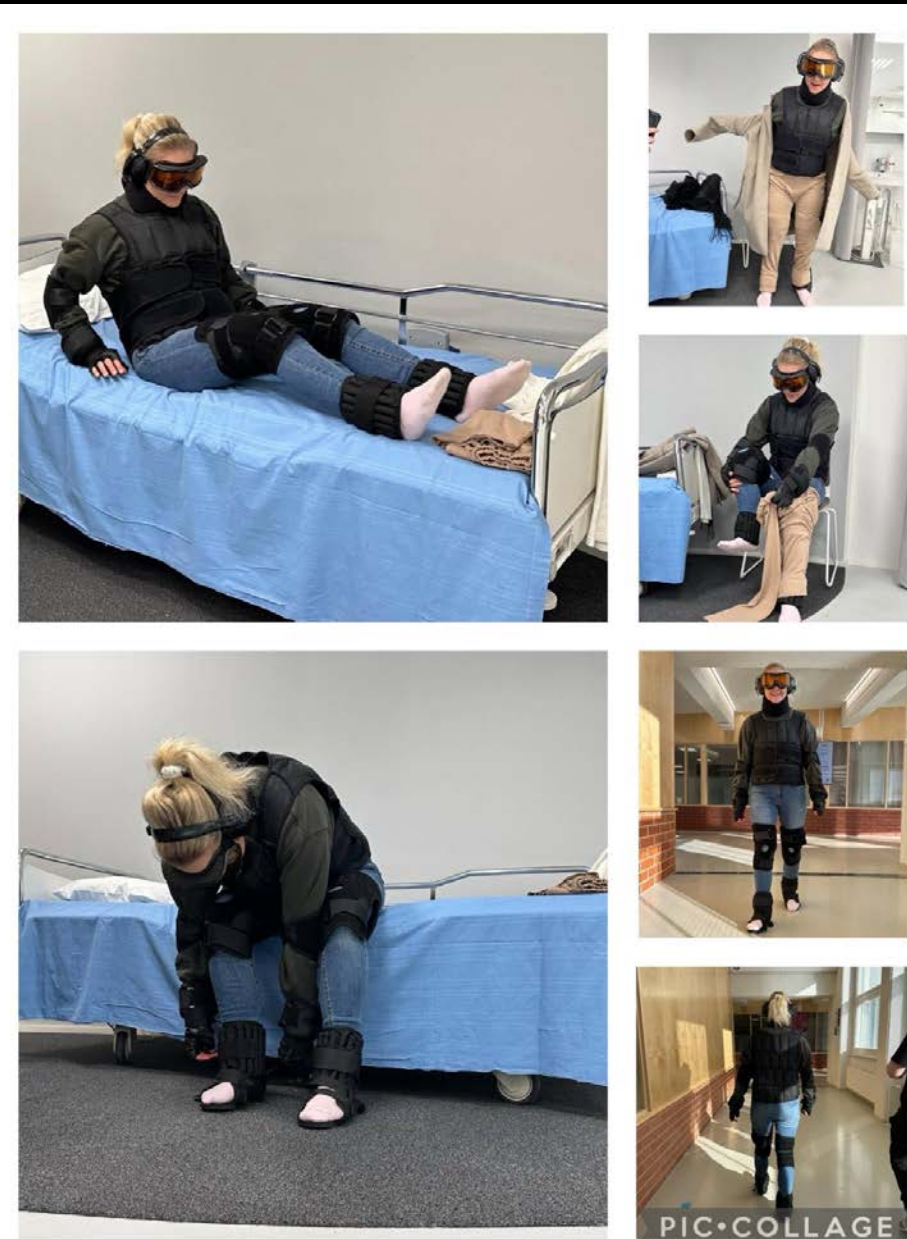


Ikäpukujen hyödyntäminen poistumiskokeissa

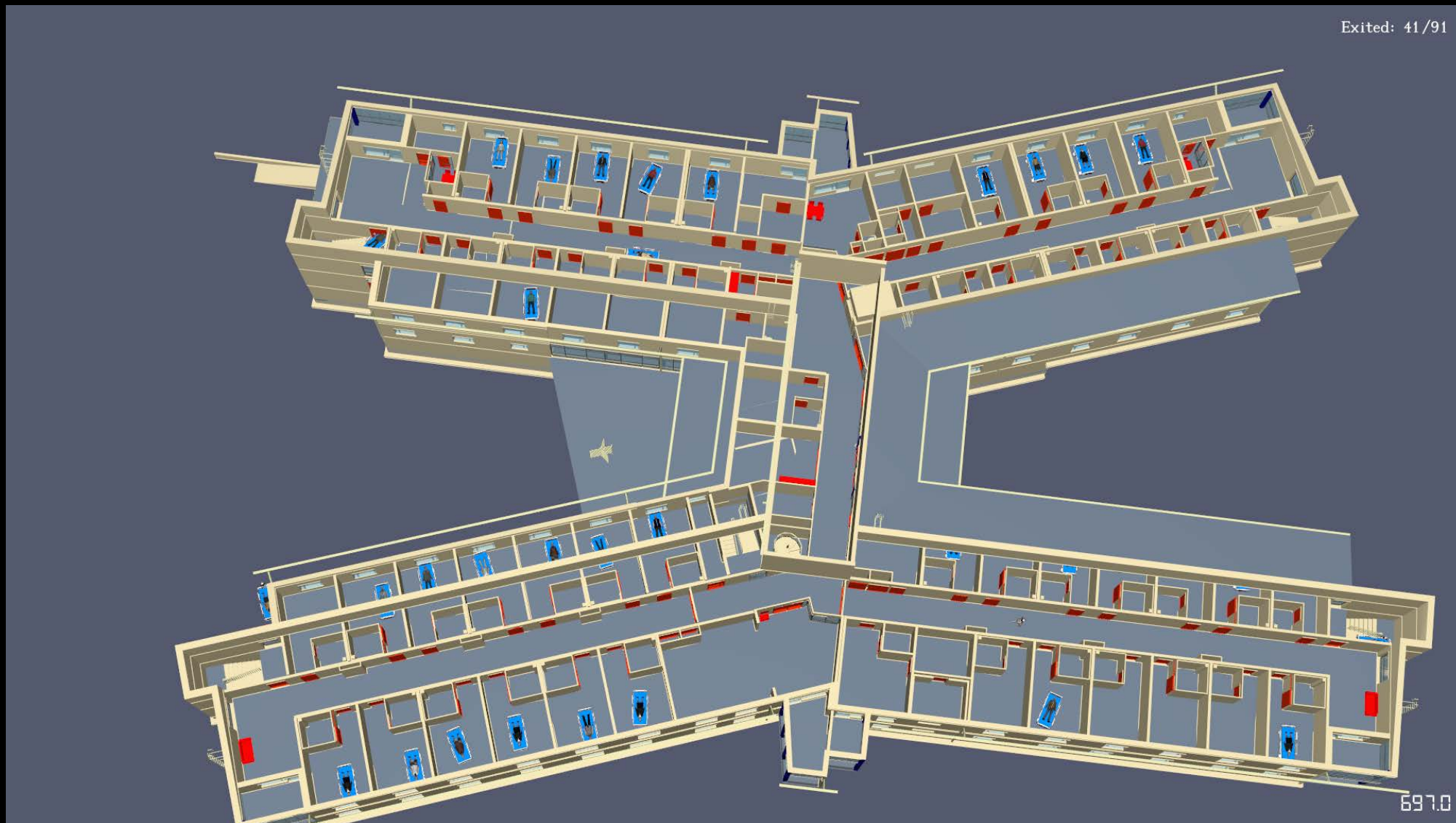
- Muuttaa poistumiskykyä oikeaan suuntaan mutta ei hidasta suorituksia riittävästi (paitsi jalkineet).
- Ei pysty simuloimaan kognitiivisten toimintojen heikkenemistä eikä perussairauksia.



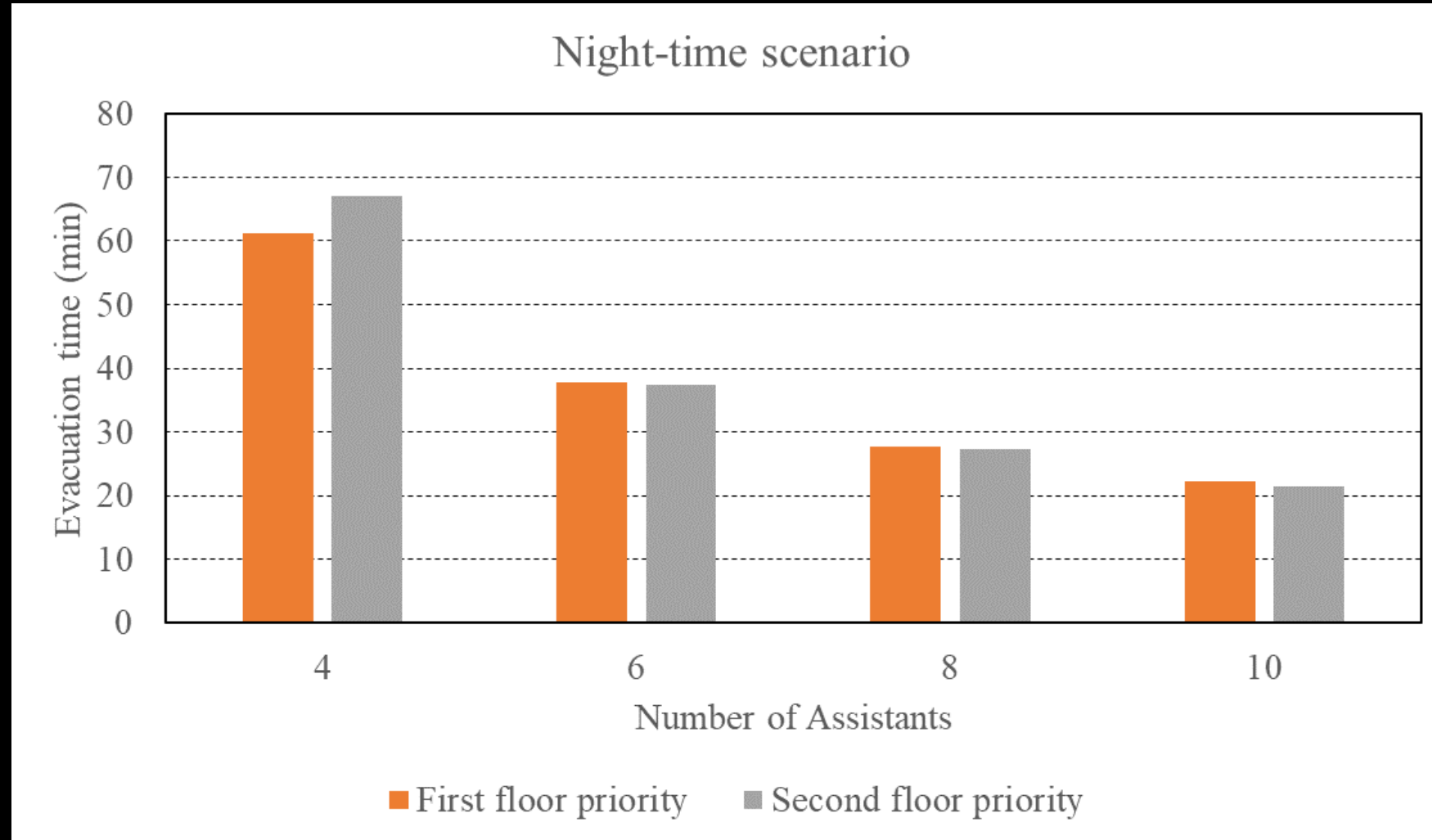
A!



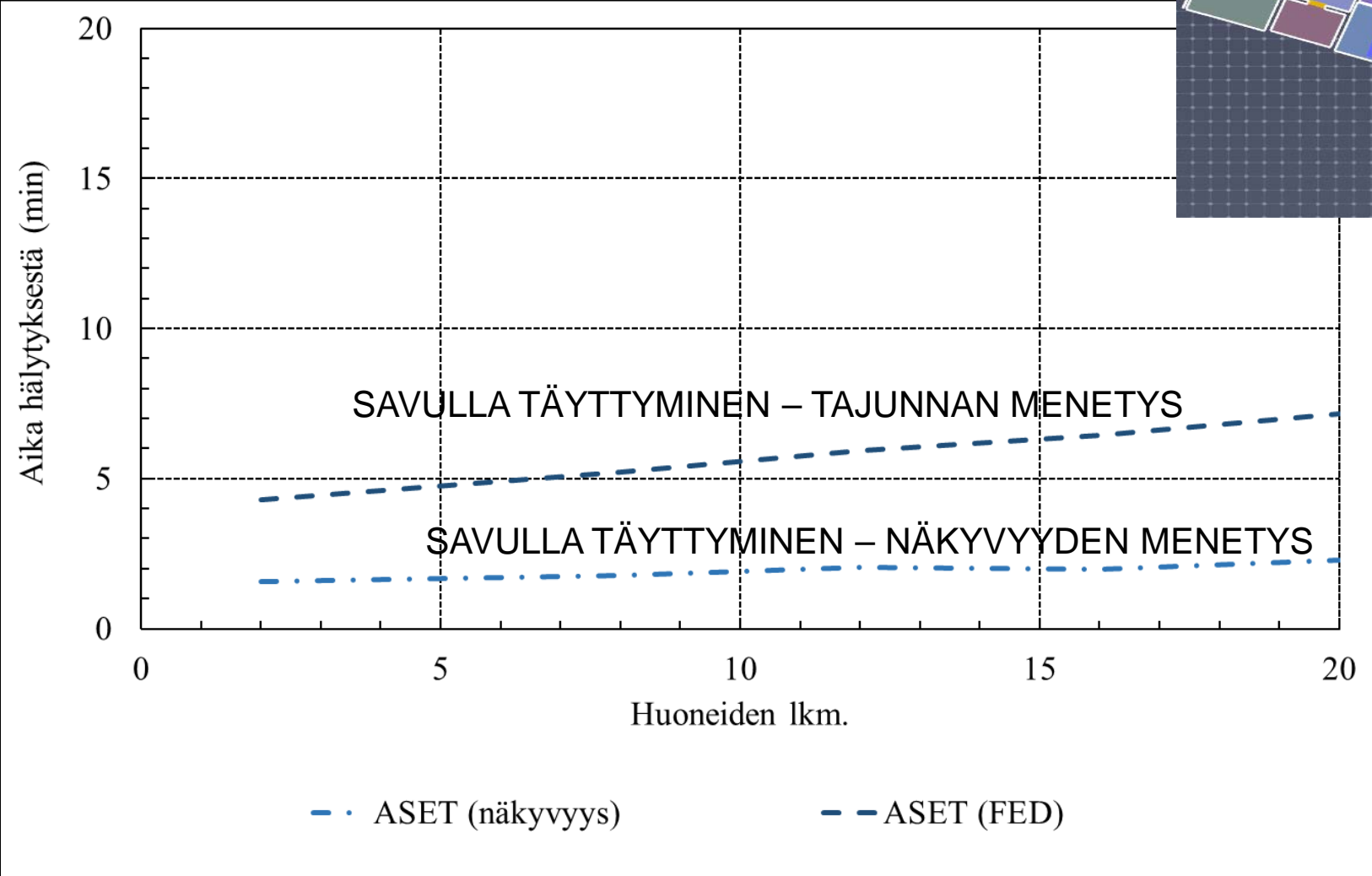
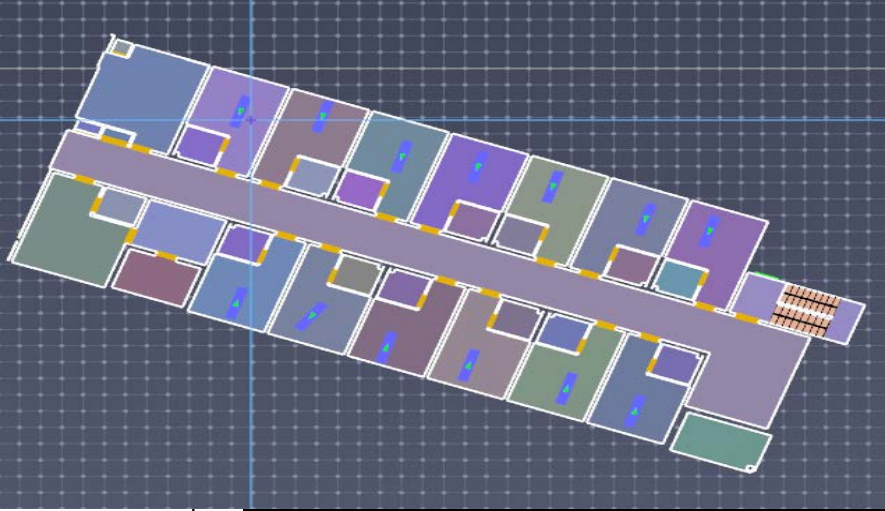
Pathfinder -simulaatiot



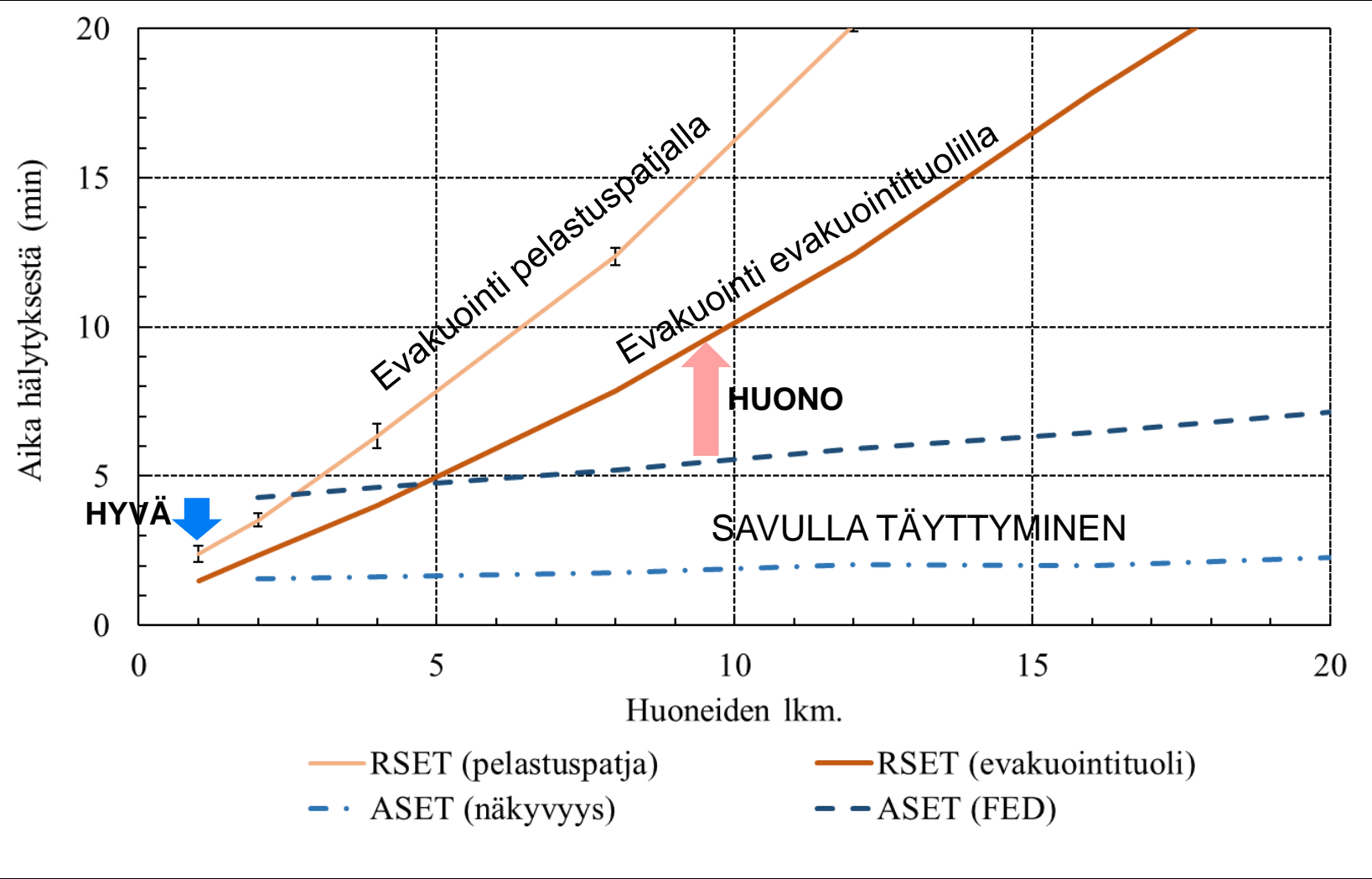
Poistumissimuloinnit: Koko rakennuksen evakuointi ulos



Käytävän olosuhteiden huononeminen



Evakuointi naapuriosastoon: ASET/RSET yhdellä hoitajalla



Johtopäätökset

1. Alkupalojen palotehot ja tuotot mitattu
2. Vain häkään perustuva FED johtaa riskin aliarviointiin.
3. IFC-malli hyödytti evakuointisimulointia, mutta palosimulointimallista tuli tehoton ja kömpelö.
4. Arkirutiinien havainnointi relevanttia itsenäisesti poistuville
5. 24/7-hoivassa asukkaiden toimintakyky ei ratkaise, vaan hoitajien määrä ja kyvyt.
6. Hoitajien tulisi evakuoida vain naapuriosastoon. Sänkyevakuointi olisi nopeinta, mutta tila ei riitä.
7. Harjoittelu on kriittisen tärkeää.

Jatkotutkimustarpeet

- Monimuotoisempien kohteiden tarkastelu
- Asukkaiden toimintakyvyn mittaus evakuointitilannetta (paremmin) vastaavissa olosuhteissa
- Hoitajien toimintakyvyn mittaus, mallinnus ja kehittäminen
- Kvantitatiivinen, todennäköisyyspohjainen riskianalyysi
- 'Parempi' ikäpuku?

