

# **SISÄILMASTO- JA ENERGIATEHOKKUUS- TAVOITTEIDEN ASETTAMINEN, VALVONTA JA TODENTAMINEN**

**Jarek Kurnitski**  
**Dosentti, TkT**



# Sisäilmastoluokka vs. energialuokka

- Sisäilmastotavoitteiden todentaminen ja energiatodistusta vastaava luokitteluperiaate uudessa sisäilmastostandardissa **EN 15251** ensimmäistä kertaa mukana
- Tulossa myös Sisäilmastolukitukseen 2008
- Jatkossa energiatodistusta pitäisikin täydentää sisäilmaluokalla

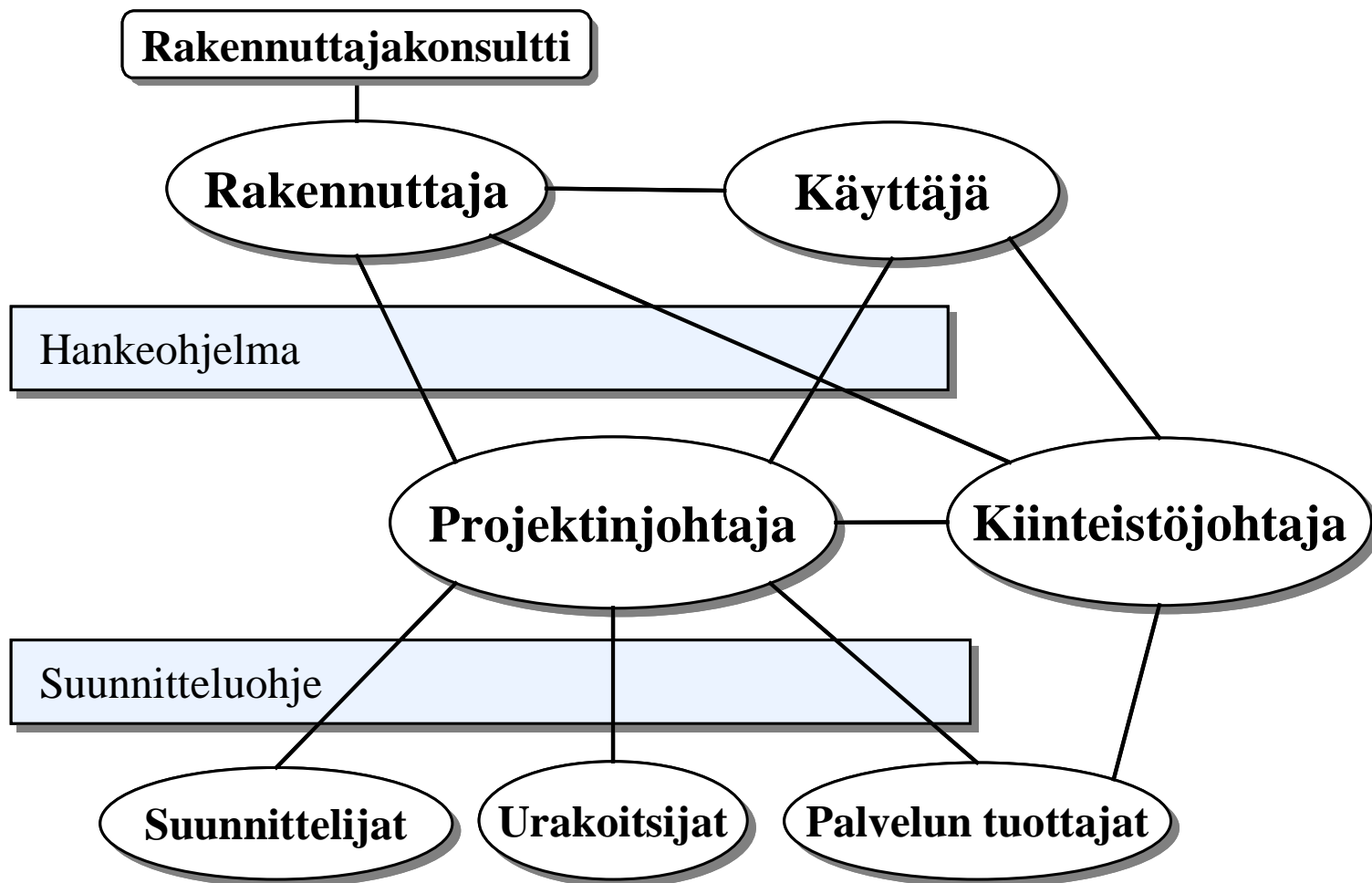
Percentage	5	7	68	20
Thermal Environment	IV	III	II	I
Percentage	7	7	76	10
Indoor Air Quality	IV	III	II	I

# Sisältö

- *Talotekniikan tulevaisuuden elinkaaripalvelut (CUBENet) -hanke* kehitti:
  - sisäilmasto- ja energiatehokkuustavoitteiden asettamisen menetelmä suunnitteluvaiheessa
  - tavoitteisiin liittyvä valvonta suunnittelu- ja toteutusvaiheiden aikana
  - käyttövaiheen todentamiselle kehitetty kustannustehokas ja mahdollisimman paljon rakennusautomaatioon tukeutuva menetelmä
- Eli miten sisäilmasto- ja energiatehokkuustavoitteet voidaan hallitusti asetta hankkeen alussa, valvoa niitä toteutuksen aikana ja todentaa käytön aikana

# Tavoitteista sopiminen

- määritetään hankesuunnitteluvaiheessa, kun hankkeesta on valmiina yleissuunnitelma tai arkkitehtikilpailun tulokset
- projektinjohtajan ja rakennuttajan on sovittava, minkä tasoinen rakennus tehdään
- esitetään teknisissä asiakirjoissa kuten hankeohjelmassa ja suunnitteluohjeissa
- rakennuttaja käyttää yleensä rakennuttajakonsulttia apunaan
- määritetään hankeohjelmaan sisäilmastoluokka huonekorttien oletusarvoilla
- tämän jälkeen projektinjohtajan on helppo toimia rakennuttajan edustajana suunnittelijoita, urakoitsijoita ja muita palveluntuottajia kohden



# Toteutussuunnittelu

- yksityiskohtainen suunnittelu tarvitse tarkat lähtötiedot ja tavoitteet, joiden mukaan tekninen suunnittelu tehdään
- projektinjohtaja laatii suunnitteluohjeet ja täsmentää huonekorttien arvot lopullisiksi
- näiden pohjalta voidaan laatia/kilpailuttaa/tarkastaa vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja ja suorittaa valinnat elinkaariedullisuuden perusteella

- Jatkossa toimit tietysti Sisäilmasto- luokitus 2008 mukaan!

<b>Huonekortti / Toimistotila</b>				<b>S1+</b>	<b>S2+</b>	<b>S3+</b>
<b>Lämpöolosuhteet</b>						
	Sisälämpötila	Kesä	[°C]	23-24	22-25	22-27
		Talvi	[°C]	21-22	20-22	20-23
	Sisälämpötilan** alitus / ylitys	Kesä	[°Ch]	30 / 30	70 / 70	100 / 100
		Talvi	[°Ch]	30 / 30	0 / 70	50 / 200
	Ilman nopeus	Kesä (22 °C)	[m/s]	< 0,17	< 0,20	< 0,25
		Kesä (24 °C)	[m/s]	< 0,20	< 0,25	< 0,30
		Talvi (20 °C)	[m/s]	< 0,13	< 0,16	< 0,19
		Talvi (21 °C)	[m/s]	< 0,14	< 0,17	< 0,20
	Suhteellinen kosteus	Kesä	[RH %]	-	-	-
		Talvi	[RH %]	25	-	-
	Lämpötilansäätö***			h / v	h / v	-
<b>Sisäilman laatu</b>						
	Ulkoilmavirta*		[dm³/s,hlö]	20	10	6
			[dm³/s,m²]	3	2	1.5
	Ilman CO <sub>2</sub> -pitoisuuden maksimiarvo		[ppm]	700	900	1200
			[mg/m³]	1300	1650	2200
	Suodatusluokka			F8	F7	F7
	Ilmanvaihdon lisäaikapainike			on	on	-
	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka			P1	P1	P2
	Rakennusmateriaalien päästöluokka			M1	M1	-
	Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokka			M1	M1	-
	Rakennustöiden puhtausluokka			P1	P2	P2
<b>Valaistusolosuhteet</b>						
	Valaistustaso		[lx]	> 750	500-750	300-500
	Häikäisysoja		[UGRL]	< 16	< 19	< 22
	Värinointo		[Ra]	> 90	80-90	> 80
<b>LVIS-ääniolosuhteet</b>						
	LVIS-äänitaso huoneessa		[dBA]	30	33	33
<b>Tilan kuormitus- ja käyttötiedot</b>						
	Sisäiset lämpökuormat	Ihmiset	hlö/m²	1/10	1/10	1/10
		Valaistus	W/m²	12	12	12
		Laitteet	W/m²	15	15	15
	Käyttöaika	ma-pe		8-18	8-18	8-18
		la-su				
	Käyttöaste käytön aikana		%	60	60	60

# Todentaminen

Menetelmät sovittava ehdotussuunnitteluvaiheessa:

1. Mittaukset (RAU-seuranta + erillismittaukset)
2. Kysely

<b>Koettu sisäilmasto</b>			<b>S1+</b>	<b>S2+</b>	<b>S3+</b>
<b>Sisäilmasto-olosuhteiden yleisarvio</b>					
	Yleinen tyytyväisyys työpaikan sisäilmasto-olosuhteisiin	[%]	> 85	> 80	> 70
<b>Lämpöolosuhteet</b>					
	Lämpöolosuhteisiin tyytymättömien osuus (yleinen lämpöviihtyvyys) PPD	[%]	< 6	< 10	< 20
	Ilman liikkeeseen tyytymättömien osuus DR	[%]	< 15	< 20	< 30
	Epäsymmetriseen lämpösäteilyyn tyytymättömien osuus PD	[%]	< 5	< 5	< 10
<b>Sisäilman laatu</b>					
	Aistittuun ilman laatuun tyytymättömien osuus PD	[%]	< 10	< 15	< 25

Kysely esim. ASHRAE 55 tai Indoorium Survey™

# Todentamisen määritykset ehdotussuunnitteluvaiheessa

- todentamisen laajuuden määrittäminen (tilat, järjestelmät, ajankohdat)
- RAU:n mittauspisteiden ja tiedonkeruun sekä -käsittelyn määrittäminen
- mahdollisten erillismittausten määrittäminen
- RAU:n mittauksen tarkkuuden määrittäminen
- laskentatyökalujen määrittäminen vastaanotto/käyttövaiheeseen (simulointimalli)
  
- vaihtoehtoisesti voidaan sopia, että todentaminen tehdään pelkästään sisäilmastokyselyillä

<b>Todentaminen</b>		<b>Mittausaika</b>	<b>Mittauspaikka*</b>	<b>Mittausmenetelmä</b>	<b>Vaatimusten mukaisuus</b>
<b>Lämpöolosuhteet</b>					
	Huonelämpötila	jatkuva/koko vuosi	12 kpl työpisteitä avo- ja huonetoimistoissa	RAU	huonekortti
	Ilman nopeus	edustava talvi- , kesä- ja välikausipäivä	12 kpl työpisteitä avo- ja huonetoimistoissa	kertamittaus	sisäilmastoluokitus
<b>Sisäilman laatu</b>					
	Ilmavirta	vastaanotto	kaikki ilmavirrat	kertamittaus	± 10 %
	Hiilidioksidipitoisuus	yksi viikko	kaksi neuvotteluhuonetta	RAU	huonekortti
<b>Valaistus</b>					
	Valaistustaso	vastaanotto	12 kpl työpisteitä avo- ja huonetoimistoissa	kertamittaus	huonekortti
<b>Energiatehokkuus</b>					
	Kaukolämpö	vuosi		mittarilukema	hankeohjelma
	Sähköenergia	vuosi		mittarilukema	hankeohjelma

\*edustavat mittatavat huoneet/työpisteet valitaan tilaajan edustajan kanssa

# Valvonta suunnittelun ja toteutuksen aikana

- Projektinjohtajan tehtävänä on varmistaa, että sovitut sisäilmaston- ja energiatehokkuustavoitteet toteutuvat myös käytännössä.
- Varsinainen todentaminen tapahtuu vastaanotto- ja käyttövaiheessa, mutta suunnittelun ja toteutuksen aikaisella valvonnalla varmistetaan, että silloin ei syntyisi ylitsepääsemättömiä ongelmia.
- Elinkaarihankkeen luonteeseen sopivat hyvin myös kannustimet ja sanktiot, joita käytetään jos tavoitteet ylitetään tai alitetaan.
- Valvonnan työkaluja:
  - terveen talon toteutuksen kriteerit
  - CUBENet:n menetelmä

# Johtopäätökset

- Tavoitteet voidaan asettaa hallitusti
- Myös valvontaan työkaluja
- Parantaa varmasti lopputulosta
- Sisäilmastoluokitus 2008 noudattaa sovittavuus- ja todennettavuusperiaatteita
- Todentamista tehty käytännössä hyvin vähän
- Lämpötilan todentaminen voi johtaa simulointilaskelmiin, jos tilojen käyttö- ja kuormitustiedot poikkeavat sovituista
- Samoin käyttäjän säätöjen huomioon ottaminen (käyttäjän vastuulla)