

Arukad hooned

IAS0190

2-2-0 6,0 EAP, arvestus

lektor Andres Rähni

andres.rahni@ttu.ee

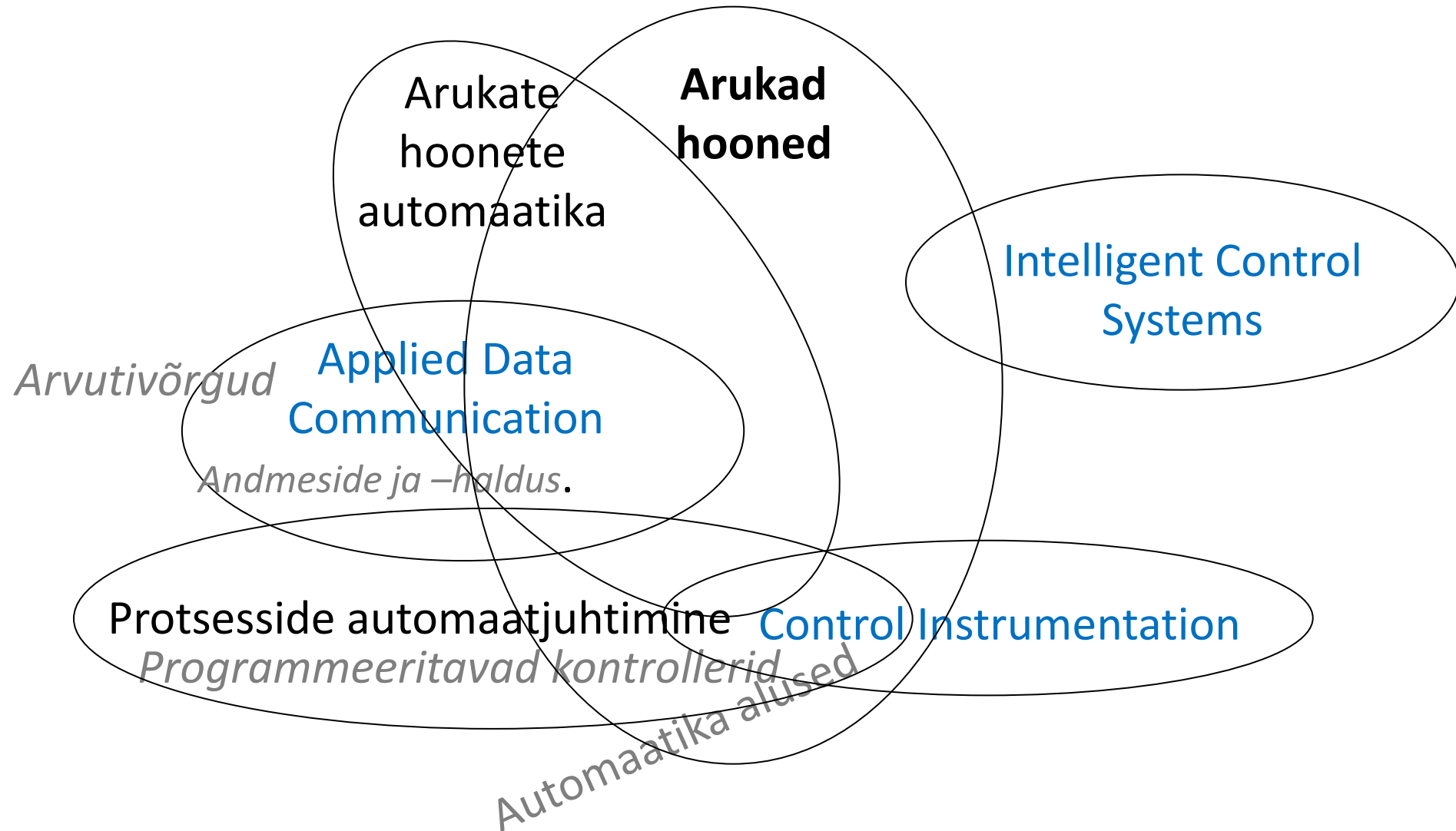
TTÜ ICT-502c, tel. 620 2105

Arvutisüsteemide instituut

Loengukursuse sisu

- Terminoloogia. Aruka hoone mõiste. Kirjandus.
- Erinevad integreeruvad süsteemid arukates hoonetes. Rahvusvahelised normdokumendid.
- Programmeeritavate kontrollrite kasutamine (+ praktikumid)
- Andmeside automaatikas ja hoonesüsteemides. Süsteemide integreerimise probleemid ja arengud.
- Väikehoonete tehnoloogiad; KNX, Zwave, Zigbee jms (+ prakt.)
- Suurhoonete tehnoloogiad; BACnet, LON, KNX((+ prakt.)
- Hooneautomaatika ja rakendusspetsiifilised kontrollrid

Seotud loengukursused



Kursuse õppetöö korraldus

- Paarisloeng:

T 10-11:30, (*vajadusel distantõppes Moodles*)

- Praktikumid (kokku 7 tk a c 4 akad.h) alates 1/2. õppenädalast, üle nädala (laboris ICT-356)

viimaste teemade puhul 2 - 3-stes töögruppides

- Teadmiste kontroll:

1 arvestuskontrolltöö 15. õppenädalal loengu ajal Moodles

Arvestuse saamiseks on vajalik kõikide praktikumiteemade* ja kontrolltöö arvestuslik (>50%) sooritamine.

(Erandid: praktikumist puudumise asendus, järelkontrolltöö)

Praktikumide ajad

I-III prakt. Veebr.-Märts	IV,V,VI praktikum Märts-Aprill	VII praktikum Arill-Mai
õp.näd.1/2. K 5/12.veebr. k.16/ 14 - 19/17:15	KNX teema 7. K 19.märts k.16 -19:15	BACnet teema 11. K 16.aprill k.16 -19:15
PLC FBD teema 3. K 19.veebr. k.16 -19:15	8. K 26.märts k. 14 -17:15	12. K 23.aprill k. 14 -17:15
EARB62 4. K 26.veebr. k. 14 -17:15	9. K 3.aprill k.16 -19:15	K 30 .aprill
5. K 5.märts k.16 -19:15	10. K 9.aprill k. 14 -17:15	14. K 7.mai k. 14 -17:15
6. K 12 .märts k. 14 -17:15		Nutividinad 15. K 14.mai k.16 -19:15
		16. K 21.mai k. 14 -17:15

Praktikumiruumi tunniplaan:

<https://ois2.ttu.ee> vt. Tunniplaanid -> Otsing, ruum: **ICT-356**

Kursuse materjalid veebis

Taltech-i Moodle e-kursusel IAS0190 ja seal viidatud õppeaine kodulehel:

<http://www.tud.ttu.ee/web/Andres.Rahni/#IAS0190>

Kirjandus

1. Casini, Marco. *Construction 4.0 - Advanced Technology, Tools and Materials for the Digital Transformation of the Construction Industry*. Elsevier 2022.
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCATTMDT3/construction-4-0-advanced>
Chp. 10 ***Building Automation Systems***
2. Litiu, A. Brook, B. Corgnati, S. D'Oca, S. Fabi, V. Keel, M. Kranz, H. Kurnitski, J. Schoenenberger, P. Ullmann, R. *REHVA Guidebook No. 22 - Introduction to Building Automation, Controls and Technical Building Management*. REHVA 2017.
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpREHVAGI1/rehva-guidebook-no-22>
Chp. 6. *Integrated System Approach*. Chp. 9. *Making Buildings Smart*
3. *Building Automation, Communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet*. Springer 2009.
4. *Smart Building Systems for Architects, Owners, and Builders*. Elsevier 2010. (2016)
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSBSAOB01/smart-building-systems>
J.Sinopoli interview: <https://youtu.be/QrTkp1AXCY8>
5. **ASHRAE** *GreenGuide - Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings* (5th Edition). 2018. Chp. 13 *Smart Building Systems*
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpASHRAEO8/ashrae-greenguide-design>

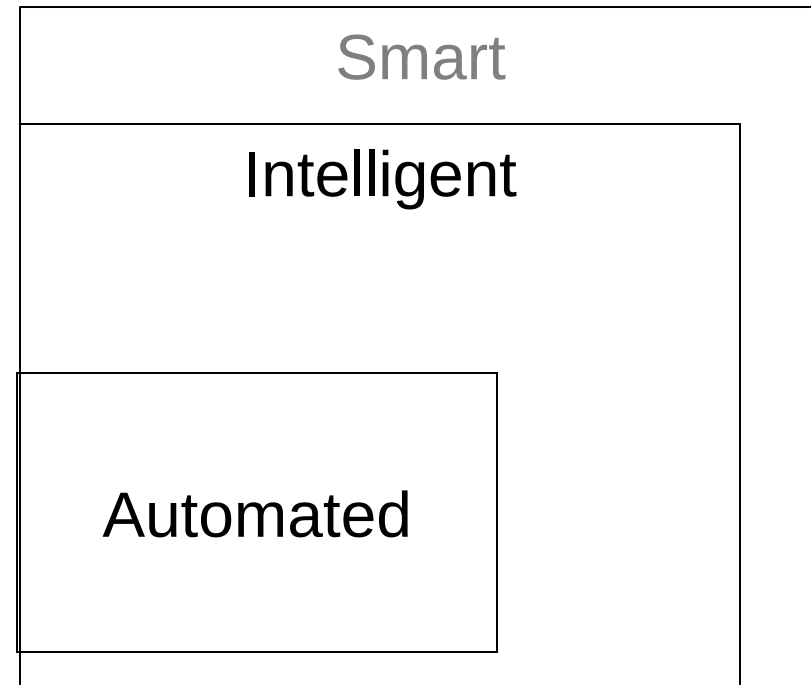
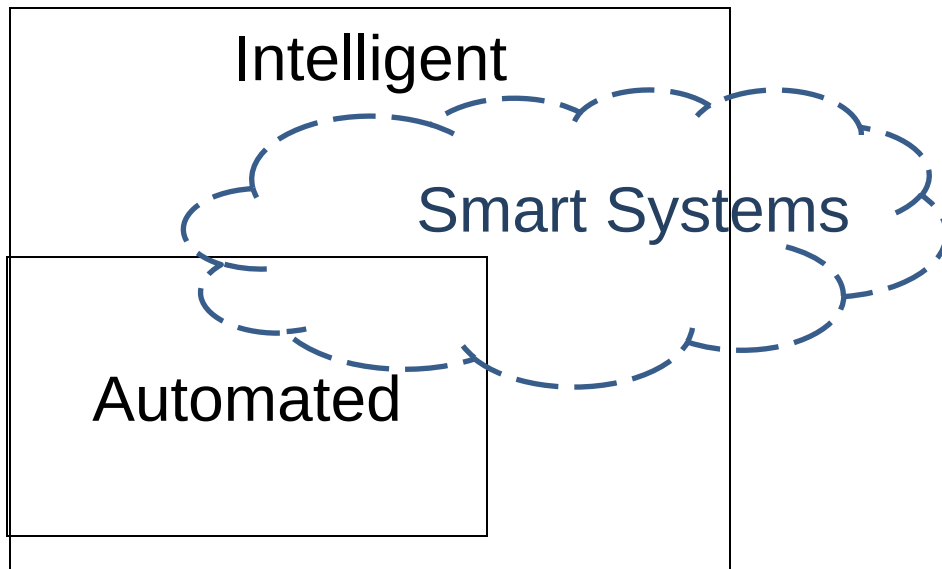
Veel üldiseid allikaid

- <http://www.automatedbuildings.com/>
- smartbuildingsalliance.org smartbuildingsmagazine.com
- <http://www.Intel.com/iot/smartbuilding>
- <http://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>
- <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>
- “Technology Roadmap for Intelligent Buildings”, CABA, 2002
- <https://www.err.ee/590268/rakvere-tark-maja-laheb-pankrotti-eas-nouab-2-6-miljonit-eurot>

Terminid

- Intelligent building – Arukas | Tark | Intelligentne hoone
- Smart house – Tark maja
- (Automatiseeritud hoone)

Internet of Things;
Connected Home



Terminid

- Maja, Hoone – keskkond elu(jm)tegevuse jaoks.
- **Services** – teenused: alarmide-, tõrgete-, hoolduse-, koormuse-, varahaldus, kaugjuhtimine, tarbimise analüüs jms.
- **Facilities** – vahendid/vara ; rajatised, ruumid, seadmed jms ressursid
- **Systems**: turva- ja ohutus-, valgustus-, BAS, energiajaotus- jms
- **Assets** – vara: kontori-, köögi-, meditsiini-, pumba-, infotehnika, välisvalgustus, foorid
- **Utilities** – kommunaalteenused (vesi, elekter, kütused jms).

Arukuse definitsioon

Võib leida üle 30 hoonetega seotud intelligentsuse definitsiooni. Need sisaldavad:

- Integreerib mitmeid süsteeme
- Ressursside efektiivne koordineeritud haldamine
- Suurim tehniline jõudlus, maksimaalne kasum investeeringutelt, vähimad (optimeeritud) kasutuskulud
- Kohanemisvõimeline, adapteerub kasutaja vajadustele
- Parandab elu- ja töötingimusi; heaolu
- Keskkonna muutusi arvestav, jätkusuutlik

US, EU, Aasia

- The Intelligent Building Institute of the United States defines an intelligent building as ‘one which provides a productive and cost-effective environment through optimization of its four basic elements including structures, systems, services and management and the interrelationships between them’ (1986)
- European Intelligent Building Group defined an intelligent building as ‘one that creates an environment which maximizes the effectiveness of the building’s occupants, while at the same time enabling efficient management of resources with minimum life-time cost of hardware and facilities’ (1998)
- Definition of IB for Asia: an intelligent building is designed and constructed based on an appropriate selection of quality environment modules to meet users’ requirements by matching the appropriate building facilities to achieve long-termed building value (new 1999)

AIIB (Asian Institute of Intelligent Building) <http://www.aiib.net>
<https://www.iseurope.org/>



“What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective”.

CABA, “Intelligent Building”

A building that uses both technology and process to create an environment that is safe, healthy, and comfortable, and enables productivity and well-being for its occupants. ..provides system information for its owners so that they may make intelligent decisions regarding its operation and maintenance. ..has an implicit logic that effectively evolves with changing user requirements and technology, ensuring continued and improved intelligent operation, maintenance and optimization. It exhibits key attributes of environmental sustainability to benefit present and future generations.

CABA (Continental Automated Buildings Association) <http://www.caba.org>

CABA is now the **Association for Smarter Home & Buildings (ASHB)**. vt. Research Reports

Arukuse hindamise aspektid

- 1) Keskkonnasäästlikkus: energia jm ressursside sääst
- 2) Ruumikasutus ja –paindlikkus
- 3) Hinnasäästlikkus: kasutuskulud, hooldus, varahaldus
- 4) Heaolu (mugavus, sisekliima, tervis)
- 5) Töökeskkonna efektiivsus
- 6) Ohutuse ja turvamõõde: tule- jm õnnetusoht
- 7) Kultuuriline (privaatsus, interjöö, vaated)
- 8) Kõrgtehnoloogia (bürooautom. jpm)
- 9) Ehitusprotsess ja materjalid

AIIB: Intelligent Building Index (**IBI** v4, 2010) v1, 2001. **IBI 5.0** ([under development since 2018](#))

CABA Tool: Building Intelligence Quotient (**BiQ**)

<https://youtu.be/pXmt31tENP8>

sarnased rohehoonete suunal: LEED, BREEAM gbc.ee

Hoonete arukuse suunamine EU-s

The European Commission has started (02.2017) the development of a **Smart Readiness Indicator (SRI)** for buildings.
(to be adopted by the end of 2019)

<https://ec.europa.eu/smart-readiness-indicator>

*“Smartness of a building refers to the ability of a building or its systems to sense, interpret, communicate and actively respond in an efficient manner to changing conditions in relation to the operation of technical building systems or the external environment (including energy grids) and **to demands from building occupants.**”¹*

SRI hindab hoonete tehnoloogilist suutlikust suhelda kasutajate ja energiavõrguga, et tagada efektiivsem süsteemide töö ja optimeeritud jõudlus.

¹  Final report on the technical support to the development of a Smart Readiness Indicator for Buildings.

Smart Readiness Indicator (SRI)

Peaks suurendama teadlikkust arukate innovatiivsete tehnoloogiate ja IKT kasulikkuse kohta (energiatõhususe vaates peamiselt). Peaks motiveerima kasutajaid investeerima nendesse tehnoloogiatesse.

“Mõjutuste” jaotus (*Impacts*) igas konkreetses valdkonnas (*Domain*)

Impacts [%]: energy savings, maintenance & fault prediction, comfort improvements, convenience, wellbeing & health, information to occupants, flexibility towards the energy grid and storage.

Domains: Heating, DHW, Cooling, Ventilation, Lighting, Dynamic building envelope, Electricity, Electric vehicle charging, monitoring and control

Domain services

“Smart ready services” catalogue: 54 (112*)

□ - service functionality level (score #)

service A							
Functionality 0	0	1				0	0
Functionality 1	1	2				1	1
Functionality 2	2	3	2	1	0	2	2
Functionality 3	3	3				3	3

SRI funktsionaalsuste tasemed ja

Konkreetsed funktsionaalsuse tasemete arv 1-st kuni 5-ni sõltub teenuse (*Service*) sisust.

service A							
Functionality 0	0	1				0	0
Functionality 1	1	2				1	1
Functionality 2	2	3	2	1	0	2	2
Functionality 3	3	3				3	3

Subservice Heat Emission Control - Heating-1a

Tase 0 automaatjuhtimine puudub

Tase 1 keskne automaatjuhtimine (e.g. central thermostat)

Tase 2 ruumipõhine juhtimine (nt. termostaat-ventiilid või controlleriga juhtimine)

Tase 3 ruumipõhine juhtimine, ruumikontrollerid andmesides hoone *BACS*-ga

Tase 4 -"- koos kohalolu arvestamisega

Heating services: Heat Emission Control, Emission control for TABS, Control of distribution pumps, Thermal Energy Storage (TES), Heat generator control, Heat generator control (for heat pumps), Sequencing in case of different heat generators, Report information regarding HEATING system performance, Flexibility and grid interaction.

A multi-criteria assessment method w weightings (+normalisation) vt. täpsemalt¹
Võimalikud meetodid: Lihtsustatud | Ekspert | Kasutusel hoonele

domain services	A	B	C	D	E	F
impact score (a)=	2	0	2	2	/	1
max. building score (b)=	3	3	2	2	/	3

<https://srienact.eu/sri-enact-tools/>

¹ Final report on the technical support to the development of a Smart Readiness Indicator for Buildings.

Domains/Impacts matrix:

	Energy savings	Maintenance & fault prediction	Comfort improvements	Convenience	Health & wellbeing	Information to occupants	flexibility towards the energy grid and storage
      	 46%	 28%	 59%	 51%	 48%	 59%	 0%
Total	39%	18%	60%	71%	48%	59%	0%
Heating	32%	18%	62%	55%	24%	74%	0%
DHW	17%	0%	45%	70%	67%	83%	0%
Cooling	65%	51%	78%	72%	61%	55%	0%
Ventil.	41%	0%	55%	60%	34%	44%	0%
Lighting	85%	14%	90%	100%	83%	15%	0%
Dyn. Envelope	0%	0%	31%	56%	22%	46%	0%
Electricity	10%	0%	-	-	-	68%	0%
El. vehicles	-	38%	-	82%	-	84%	0%
Monitoring & Control	52%	43%	62%	72%	45%	64%	0%
 Energy savings and operation	 Respond to user needs	 Respond to needs of the grid					

IB Research aspects

- Advanced and innovative intelligent technologies research
- Performance evaluation methodologies
- Investment evaluation analysis

<https://business.teliacompany.com/internet-of-things/smart-buildings/nordic-and-baltic-real-estate-industry-report>

 Spreadsheet with LCCs: a database for benchmarking actual NZEB life-cycle costs of the case studies. Buildup.eu 2018 (ISO 15686-5)

 Securing Critical Infrastructures and Critical Control Systems - Approaches for Threat Protection. IGI Global. **2013**. Chp.1 Security Threats and Risks of Intelligent Building Systems
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSCICCSA1/securing-critical-infrastructures>

<https://www.zdnet.com/article/these-are-the-worst-hacks-cyberattacks-and-data-breaches-of-2019/>

Täiendavalt ja kokkuvõtvalt:

Aruka Hoone ...

- konstruktsiooni projekteerimisel on valitud materjalid, mis kergendavad hoone ehitamist ning valmimist.
- ... projekteerimisel hoonesse sisseehitatud paindlikkus võimaldab kergelt teostada muutusi siseruumis ja selle tingimustes – sisekliima juhtimine, äriprotsessides toimuvate muudatuste hõlbustamine jms. *(responsive structures)*
- on Infotehnoloogiast ja automaatikast lähtudes võime probleemideta kohaneda nendes valdkondades toimuvate muutustega.
- Lähtudes väliskeskkonda puudutavatest teguritest, madal energiatarve ning madal keskkonna reostuse tase.
- Suur kohandumisvõime uutes tingimustes, kaasa arvatud hõlbus lammutamine tema eluea lõpus.
- Kõigi eelnevalt kirjeldatud punktide majanduslik tulusus hoone kogu eluea vältel

Arukaks saavad hooned

- kontorihooned, (nt. [The Crystal -London](#),
- puhkekeskused, hotellid,
- tööstushooned,
- haridusasutused, spordiareenid
- meditsiinasutused, https://youtu.be/LlafbX_JXHE
- kaubamajad,
- elumajad, korterid <https://youtu.be/kyOpGnZFKjw?si=KqDRpSO8Fg7mjinWX> <https://youtu.be/i73n-LTXPIM>

**Erinevate funktsioonidega hoonetes, vajalik erinev
intelligentsus**

Hoonelahenduste evolutsioon

... - 1980 Üksikud seadmed

1980 – 1985 Eraldi süsteemid (turva, läbipääsukontroll, küte, side, ventilatsioon ja õhu konditsioneerimine, ...)

1982 AT&T Intelligent Building mõiste

1985 – 1990 Multifunktsionaalsed süsteemid (turva- ja läbipääsusüsteemid, kütte, ventilatsiooni ja õhukonditsioneerimissüsteem,...)

DDC võrk muutus hooneautomaatika alustalaks

1990 – 1995 Integreeritud süsteemid (hooneautom.süsteem, integreeritud kommunikatsioonisüsteemid, ...)

1990 Echelon Inc. LonWorks

1995 – 2002 IT-põhine Integreeritud hoone, kaugpöördus läbi Interneti

1995 ASHRAE BACNet

2002 - ... Hoone piire ületav integreerumine ärimudeliga

2010+ BIM, energiatõhususe prioriteet, ökoloogiline jätkusuutlikkus

interaktsiooni ja proaktiivsuse suurenemine

2015+ ZEB, AI,

Key Performance Indicators for IB

