



## Teadmispõhise ehitamise protsessi raskuskeskme muutus

Andrus Väärtnõu

26. aprill 2012



**Riigi Kinnisvara**

- **Teadusarendus TTÜga**
- **Juhendid**
- **BIM**
- **Projektid**

# Teadusarendus TTÜga





# Teadusarendus TTÜga

Põhivaldkonnad ja -teemad

- **ENERGIATÕHUSUS**
- **HOONE ELUKAAR**
- **EHITUSJUHTIMINE, EHITUSPROTSESS**
- **EHITUSMATERJALID**
- **TEHNOLOOGIA JA IT**
- ...

# Teadusarendus TTÜga

## Testhoone

- Ehitusteaduskonna testhoone energiatõhususe, sisekliima ja ehitusfüüsikalisteks uuringuteks võimaldab:
  - uurida hoone energiakasutust pidades eelkõige silmas tulevasi nõudeid madalaenergia- ja ligi-nullenergiahoonetele;
  - uurida alternatiivsete ja taastuvate energiaallikate toimivust;
  - uurida tehnosüsteemide toimivust;
  - uurida hoonete sisekliimat ja erinevate tehnosüsteemide, tarindilahenduste ja fassaadilahenduste mõju sisekliimale;
  - uurida erinevate soojuse ja niiskuse liikumise komponentide (juhtivus, kiirgus, konvektsioon jne.) mõju piirdetarindi soojus- ja niiskustehnilisele toimivusele;
  - kalibreerida simulatsioonarvutuste arvutusmudeleid;
- Testhoone rajatakse Mäepealse tn 3 krundile

# Teadusarendus TTÜga

## Energiatõhususe temaatika esimesed 4 alamprojekti

- Uuringu peaesmärgiks on madal- ja liginullenergia hoonete võimalike tehniliste lahendusvariantide välja töötamine bürootüüpi ja avalikele hoonetele.

Uuring käsitleb kütte ja jahutuse vajaduste vähendamist hoone välispiirete, fassaadide ja päikesekaitse lahendustega, tehnosüsteemide energiakasutuse vähendamist efektiivsete ventilatsiooni-, kütte-, jahutussüsteemidega ning nende aruka automaatika juhtimislahendustega ja energia lokaalse tootmisega. Hoonete head energiatõhusust ja sisekliimat vaadeldakse ka laiemas kontekstis, hoonete terviklike keskkonnamõjude kriteeriumite kuvandi välja töötamiseks.

- Uuring koosneb neljast osaprojektist:
  - Madal- ja liginullenergiahoonete tüüplaheduste paketid
  - Hoonete koormusgraafikute analüüs elektritõhususe parandamiseks tarbimise juhtimisega
  - Energia lokaalne tootmine linnatingimustes paiknevatel hoonetel
  - Hoonete keskkonnamõju arvestamine, nn. „roheline märk“.
- Osaprojektid teostatakse suuremas osas 2012 jooksul. Uuringute väljundiks on ennekõike aruanded, artiklid ja koolitused:
  - Projekteerimise juhendmaterjal madal- ja liginullenergiahoonete (bürood) tüüplaheduste variantidest;
  - Rohelise märgi kriteeriumite kuvandi aruanne;
  - Simulatsioonide, monitooringu ja küsimustiku tulemuste analüüs vormistatuna tehniliste artiklitena (hinnanguliselt 4 artiklit);
  - Koolitus – „Elektritõhusus ja tarbimise juhtimine“
  - Koolitus – „Lokaalne tootmine“

# Juhendid



# Juhendid

## Juhend tehnilised nõuded kooli- ja büroohoonetele (2011)

- Riigi Kinnisvara AS on oma pikaajalisele kogemusele tuginedes välja töötanud juhendi „Tehnilised nõuded kooli- ja büroohoonetele“, **mille eesmärk on võimalikult täpselt ja üheselt tõlgendatavalt määratleda koolihoonete ja büroohoonete projekteerimise ja ehitamise põhimõtted ning kasutatavatele materjalidele, süsteemidele ja seadmetele esitatavad tehnilised nõuded.**
- Esitatud üldpõhimõtteid ja nõudeid tuleb rakendada kõikide ühiskondlike hoonete projekteerimisel ja ehitamisel, kus tööde tellijaks ja/või korraldajaks on Riigi Kinnisvara AS.
- Soovime tagada parima töökeskkonna ning seega on juhendis mitmed nõuded rangemad võrreldes kehtivates õigusaktides kehtestatud miinimumnõuetega.
- Arvestades asjaolu, et õigusaktid muutuvad pidevalt ja väga kiiresti, muudame jooksvalt ka käesolevat juhendit.
- Sisukord: Osa 1 - Üldosa; Osa 2 - Üldehitus; Osa 3 – Aknad ja uksed; Osa 4 – Ventilatsioon; Osa 5 – Külmavarustus ja jahutus; Osa 6 – Soojavarustus ja küte; Osa 7 – Veevarustus; Osa 8 – Olmekanalisisatsioon; Osa 9 – Sadevete kanalisatsioon ja drenaaž; Osa 10 – Elekter; Osa 11 – Nõrkvool; Osa 12 – Hooneautomaatika; Osa 13 – Nõuded ehitusprotsessi lõpetamisel; Ruumikaardid (Bürooruumid; Kooliruumid; Üldruumid; Tehnoruumid)
- **<http://www.rkas.ee/parim-praktika/tehnilised-nouded-koolide-ja-buroohoonetele>**

# Juhendid

## Juhend tehnilised nõuded kooli- ja büroohoonetele (2011)

### Ruumikaardi näide

RUUMIKAART KABINET (kuni 6 töökohta k.a)			
<b>1. SISEKLIIMA</b>			
Arvestuslik õhu temperatuur	Talvel +21°C	Suvel	+24°C (arvutuslikeks välisõhu parameetriteks +28 C ning 50%RH)
Õhuvahetus	Tsentraalne ventilatsioonisüsteem, üldjuhul konstantse õhuhulgaga. Suvisel perioodil sissepuhutav õhk jahutatud, talvisel perioodil soojendatud.		
Õhuhulgad	Vähemalt 10 l/s/inimese kohta, kuid mitte vähem kui 2 l/s pörandapinna m <sup>2</sup> kohta	Arvestades, et tulevikus võib inimeste arv tööruumis muutuda	tuleb inimeste arvaks tinglikult arvestada 1inimene / 5-7 pörandapinna m <sup>2</sup> kohta (näiteks 13m <sup>2</sup> kabineti puhul arvestada vähemalt 2 inimesega)
Max õhuliikumiskiirus töösoonis	Talvel 0,18 m/s	Suvel	0,20 m/s
Jahutus	Tsentraalne jahutussüsteem, ruumides aktiivsed jahutuslald (erandina ventilaatorikonvektorid)		
Küte	Tsentraalne küttesüsteem, radiaator või pörandaküte		
Ruumi temperatuuri reguleerimine	Kütte ja jahutuse ühtne elektroonne reguleerimine läbi hooneautomaatika süsteemi ning ruumipõhiselt. Süsteem peab vältima kütte ja jahutuse üheaegset tööd. Ruumis on ühtne andur –termostaat, mis võimaldab kasutajal reguleerida ruumi temperatuuri ±2°C. Reguleerimistäpsus (lubatud hälve) töösoonis mitte halvem kui ±1°C.		
<b>2. AKUSTIKA</b>			
Helipidavus	Vaheseinad ruumide vahel: R <sub>w</sub> ≥ 48 dB Vaheseinad (ukse ja/või klaasosaga sein): R <sub>w</sub> ≥ 34 dB Uksed ja klaasseinad: R <sub>w</sub> ≥ 30 dB	Liiklusest põhjust. müra normtase Tehnosüsteemide müratase: Järelikõla kestus:	L <sub>pa,eq,T päeval</sub> < 35 dB(A) L <sub>pa,max</sub> < 35 dB(A) < 0.8s sagedustel 250-2000 Hz.
<b>3. ELEKTER JA NÕRKVOOL</b>			
Arvuti töökohta komplekt/ 1 töökoht Politseihoonetel	2xRJ45; 2x16A, 230V; 2x16A, 230V „UPS“ 3xRJ45; 2x16A, 230V; 2x16A, 230V „UPS“	Arvestades, et tulevikus võib töökohtade arv tööruumis muutuda	tuleb töökohtade arvaks tinglikult arvestada 1 töökoht /5-7 pörandapinna m <sup>2</sup> kohta (näiteks 13m <sup>2</sup> kabineti puhul arvestada vähemalt 2 töökohta).
Varupesad:	2x16A, 230V	Vajadusel	
Koristuspesad	1x16A 230V	Koristamiseks mugavas kohas näiteks ukse juures	
Valgustustihedus	500 lx		
<b>4. VESI JA KANALISATSIOON</b>			
Reegliina puudub	Vältida ülemise korruse kanalisatsiooni torude paigaldamist lakke, kui on vältimatut tuleb need helikindlalt isoleerida	Tulekustutus koos hoone üldise tulekustutusega (st. sprinkler, kui see hoones on ja kustutus kraanidest, kui see on) Tuletõrjekraanide kappe (vesikuid) reegliina ei paigaldata, ruum kaetakse koridoris paiknevatest kraanidest	

gimused: Klass 2 (tavakoormused kuivades ruumides, RT 29-10769-et)		
	LAGI	
	Variant 1	Akustiline ripplagi
natt)	Paneelide suurus määratakse sisekujundusprojektiga	
lass 2 (ISO 11998)	Variant 2	Kattevärv
	NB! Ripplae tagune töödelda talmuvaaks	
	Värv tüüp	lateksvärv
	Läikeaste (Gardner, 60°)	täismatt
	Hõrdekindlus	vähemalt klass 3 (ISO 11998)
	Variant 2	Heterogeenne PVC
34 (EN 685)	Kasutusklass	vähemalt klass 34 (EN 685)
1 (EN 428)	Kulumiskindla kihi paksus	≥0,7 mm (EN 429)
3 P (EN 660)	Kulumiskindlus	vähemalt grupp T (EN 660)
	Pinnaaitse	PUR-tugevdus
33)	Jääkdeformatsioon	≤0,1 mm (EN 433)
mg/m <sup>2</sup> /h 4 nädala pärast)	Emissioon FLEC; klass M1(TVOC <0,2 mg/m <sup>2</sup> /h 4 nädala pärast)	
vaip)	Variant 4	Vaipkate (rullvaip)
07)	Kulumiskindlus	Klass 33 (EN 1307)
EN ISO 13501)	Tulekindlus	Vähemalt Cfl (EN ISO 13501)
	Kogupaksus	5,5 - 8mm (madalad kootud aasised 3-4mm)
	Lõnga kaal	Minimaalselt 600 g/m <sup>2</sup>
	Antistaatilisus	<10 <sup>10</sup> Ω
	Kontoritooli ratta test	Rz2,4 (EN 985)

Kattematerjalide põhiomadused peavad vastama EN 14041 normidele. Pörandakatte valikul arvestada ruumi akustikanõuetega ning lähtuda lisaks esindusfunktsioonile ka võimalikest lisafunktsioonidest, materjali pikaajalisest ja lihtsast hooldatavusest. Pörandate PVC katete (variandid 1 ja 2) asemel võib kasutada ka PVC-vaba pörandakattematerjali, mis vastab normile EN 14565 ja mille näitajad ei ole halvemad käesolevas tabelis PVC kattematerjalide esitatud nõuetest. Vaipkatete valikul on eelistatud nõuvalt tehnoloogias plaatvaipkatted.

#### 6. SISUSTUS

#### 7. SELGITAV INFO, ERINÕUDED

Juhul kui on tegemist ruumidega, mis asuvad kõrghoones arvestada materjalide valikul Päästetameti erinõuetega kõrghoonetele.

#### 8. MUUDATUSED



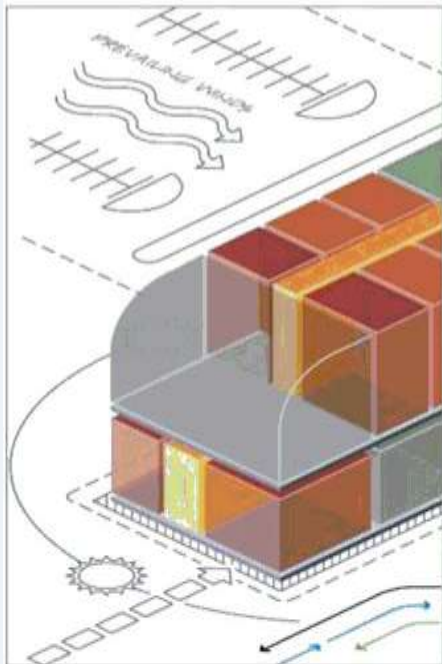
# Juhendid

## Mudelprojekteerimise juhend (2009)

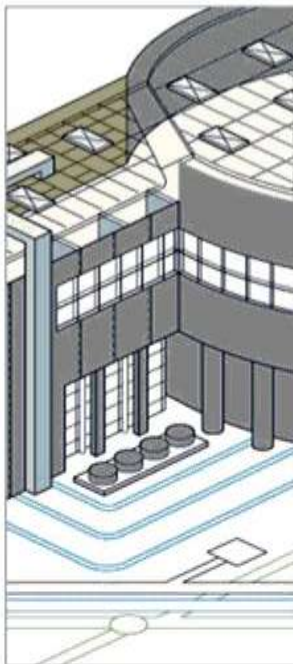
- Dokument on Riigi Kinnisvara AS poolt koostatud mudelprojekteerimise juhend hoonete projekteerimisel.
- Juhend on esmaversioon ja käsitleb ainult mudelprojekteerimist ning sedagi esialgu piiratud mahus.
- Ehituse infomodelite (BIM – Building Information Modeling) tehnoloogia kasutamisega rakendatakse uusi võimalusi ehitusprojektide kvaliteedi tõstmiseks ning juhendiga kasutatakse neid järgmiste põhieesmärkide saavutamiseks:
  - **projektlahenduste 3D visualiseerimine (ruumiline näitlikustamine);**
  - **hoonete soojusliku toimimise, energiavajaduse jms. simulatsioonide teostamine;**
  - **kiiremad ja täpsemad ehituslike mahtude arvutused;**
  - **projektlahenduste vastuolude kontrolli tõhustamine.**
- Juhend lähtub põhimõttest, et infomodelite kasutamine annaks informatsiooni st modelleerimise tulemuse igal tasandil vajalike otsuste tegemiseks **eelkõige hoonestajale**. Sellest tulenevalt on juhendiga määratud ka tingimused, millele mudel peab vastama ja juhend ei käsitle näiteks mudelprojekteerimise juhtimist (sh projekteerijatevahelisi mudelite tööversioone) ega spetsiifiliselt töövõtte puudutava informatsiooni modelleerimist.
- **<http://www.rkas.ee/parim-praktika/bim>**

# BIM

# BIM



Kavandamine



Projekteerimine



Tööjoonised  
Mahuarvestus  
Ehitustegevuste  
kavandamine



Ehitamine



Omamine  
Haldamine

- Koostöö protsessid
- Põhiliste osalejate teadmiste panus
- Paremad otsused kõrgem kvaliteet

Integreeritud BIM-keskkonna kasutamine võimaldab uusi töömeetodeid, et luua paremini prognoositavaid, täpsemaid ja keskkonnasäästlikumaid hooneid

- Kontrollitud koondmudel
- Parem koordineerimine ja dokumentatsioon

- Varajane planeerimine = tõhus materjalide kasutamine
- Minimeeritud tellimuste muudatused
- Ajakava ja eelarve järgne ehitamine

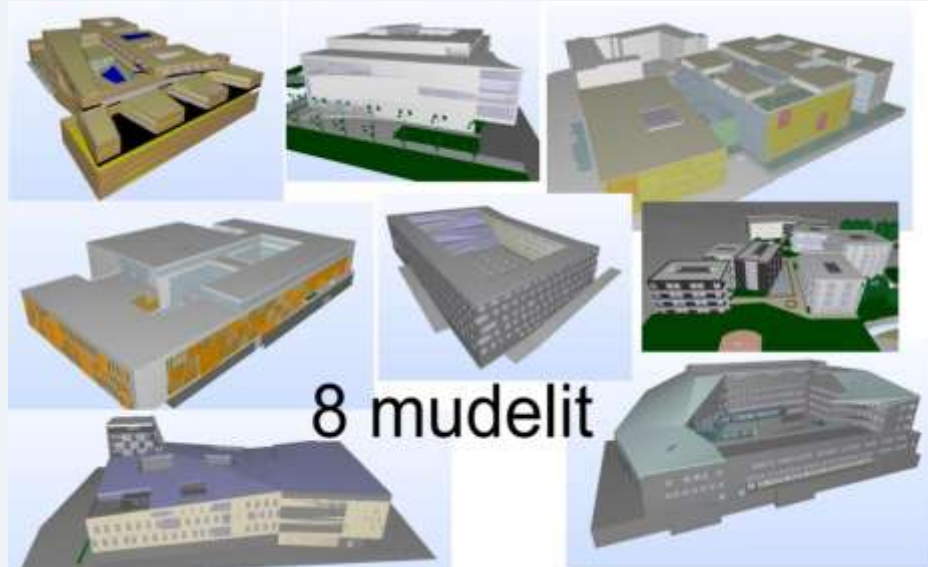
- Planeeritud hoone
- Digitaalne mudel halduseks

(c) Autodesk



# „Kaunite Kunstide kool“

- Mudeli koostamine arhitektuurikonkurssi raames;
- Modelleeriti: välispiirded, vahelaed, siseseinad, ruumi-  
elemendid, ruumide  
nimetused;
- Kasutati
  - Mahtude/ ruumiprogrammi kontrollimisel;
  - Lahenduste presenteerimisel;
  - Vähesel määral tulevase energiatarbe ja ehituskulu prognoosimisel.





# Narva PP BIM projekteerimine

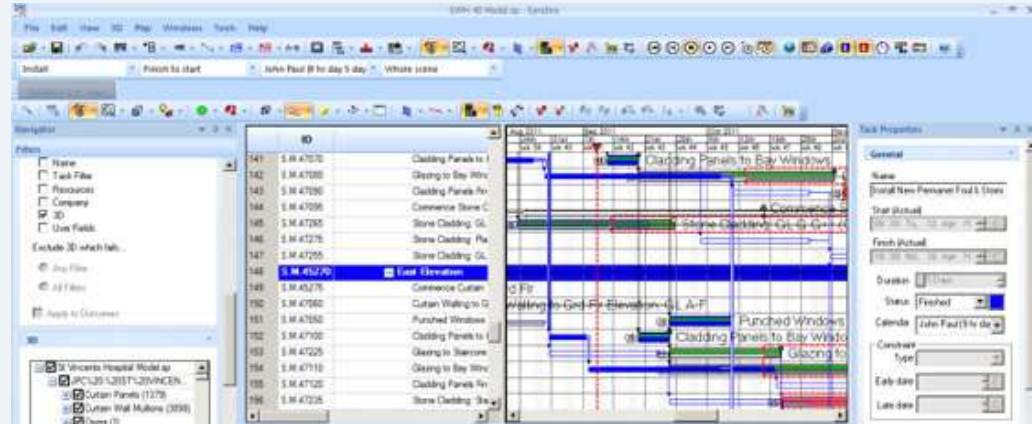


- Hoone ca 5 000 m<sup>2</sup>;
- Hoone modelleeritud põhimudeli mahus;
- Kasutati tarkvarasid ArchiCAD, Revit Structure, MagiCAD, Solibri MC, Tekla BIMsight;
- Põhieesmärgid:
  - Pilootprojekt. Hoone modelleerimine põhimudeli mahus. Kvaliteetsem projekt;
  - Kontrollida RKASi nõuete täidetavust;
  - Mudeli kasutamine energiasimulatsioonide tegemisel (3 erineva variandi vahel valimine);
  - Mudeli vigade kontroll;
  - Koostöö BIM-mudeli abil;
  - Mahtude analüüs.



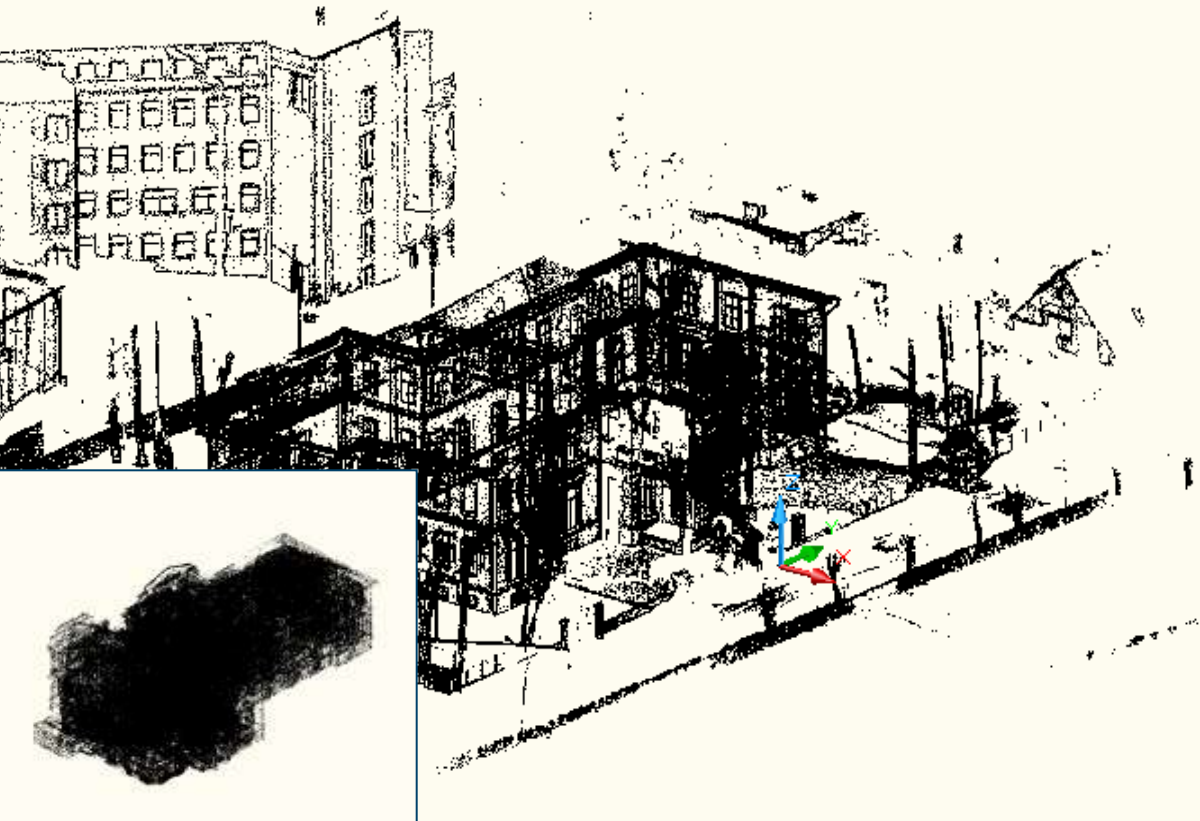
# Narva PP mudeli kasutamine ehituses

- Koostööprojekt Tallinna Tehnika-kõrgkooliga
- Põhieesmärgid:
  - Tuua ehitusprotsessi toetamiseks sisse BIM rakendused;
  - Uurida, millised on võimalused, et muuta ehitusprotsessi efektiivsemaks, kasutades BIM rakendusi (VICO Office ja Synchro). Ettepanekute tegemine BIM protsessis kasutatavate tarkvarade osas;
  - Ehitusprotsessi jälgimine, ehitusmahtude ja akteerimise üle arvestuse pidamine;
  - „As-is“ ehitusinfomudeli (teostus-mudel) ehitus, mis arvestab realselt tehtud töid, mahte ja materjale;
  - Lähtematerjalina antakse seni koostatud infomudelid üliõpilaste töö aluseks.
- Kooli pool saavad kaks üliõpilast antud materjalide alusel koostada ja kaitsta diplomitöö.





## Wismari 7 - Haldusmudel



- Millised mahus modelleerida?
- Milline info on vajalik?
- Millist tarkvara eelistada?
- Kuidas panna mudel suhtlema haldus-tarkvaraga?

# Mured BIMiga

- Üldiselt Eestis tegijaid veel vähe. Tehakse juppe, kuid mitte nt projekteerimist komplekselt;
- Suhtlemine osapoolte vahel peab muutuma;
- Terminid vajavad „lihvimist“;
- Puudus on BIM-projektijuhtidest;
- Puudus on serverlahendustest;
- Puudus on „eestindatud“ elementidest;
- BIMi kasutamine ehituses ja halduses ei ole veel eriti levima hakanud;

# Projektid

# Suur-Ameerika 1

## < 100 kWh/m<sup>2</sup> aastas





# Jõhvi kohtuhoone < 160 kWh/m<sup>2</sup> aastas



**TÄNAN!**

**Andrus Väärtnõu  
Riigi Kinnisvara AS  
606 3431 / 511 1152  
andrus.vaartnou@rkas.ee**