



# **PROJEKTĀ «ĒKU ENERGEOFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA» PAVEIKTAIS UN DARĀMAIS**

VASSI pētnieku komanda



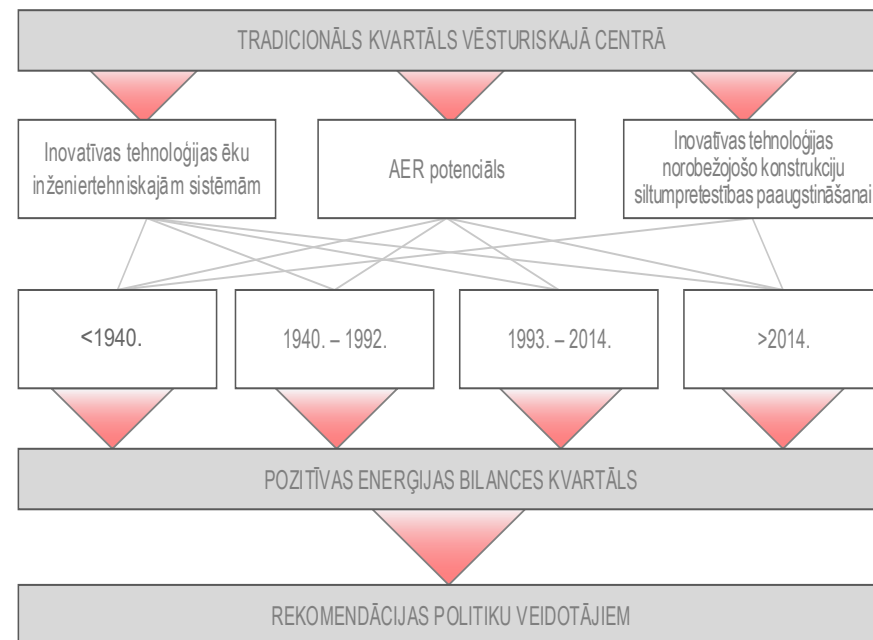
**VPP-EM-EE-2018/1-0003**

ĒKU ENERGEOFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

08.01.2021

## Projekta zinātnisko aktivitāšu kopas un to mijiedarbība

- WP1. Projekta vadība
- WP2. Droša ārsienu siltināšana no iekšpuses vēsturiskajās ēkās.
- WP3. CO<sub>2</sub> samazināšanas iekārta renovētām padomju laiku un vēsturiskajām ēkām.
- WP4. Politikas rekomendācijas tūkstošgades ēkām.
- WP5. Klimata adaptīvas norobežojošās konstrukcijas gandrīz nulles enerģijas ēkām.
- WP6. Pozitīvas enerģijas bilances kvartāls.
- WP7. Informācijas izplatīšana



08.01.2021

ĒKU ENERGOFĒKŒTIVĒTES TEHNOĻIŠKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

## WP2: DROŠA VĒSTURISKO ĒKU SILTINĀŠANA NO IEKŠPUSES

08.01.2021

ĒKU ENERGOFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003



## Latvijas vēsturisko ķieģeļu higrotehnisko īpašību testēšana laboratorijā

## No iekšpuses siltinātu sienu paraugu testēšana laboratorijā ar dažādiem siltumizolācijas materiāliem / sistēmām 17 paraugi

## Mērījumi reālās no iekšpuses siltinātās ēkās

### Standarttesti

|                    |                                                                                                                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bļivums            | EN 772-13:2000. Mūra bloku testēšanas metodes. Mūra bloku neto un bruto sausā bļivuma noteikšana (izņemot dabīgo akmeni).                                  |
| Porainība          | EN 772-3:1998. Mūra bloku testēšanas metodes. Māla mūra vienību lietderīgā tilpuma un dobumu proporcionālās vērtības noteikšana ar hidrostatisko svēršanu. |
| Tvaika caurlaidība | CUP-tests ( $\mu$ vērtības). EN ISO 12572:2001 – Būvmateriālu un izstrādājumu hidrotermiskās īpašības – Ūdens tvaika caurlaidības īpašību noteikšana.      |
| Ūdens uzņemšana    | ISO 15148:2002, 2002: Būvmateriālu un izstrādājumu hidrotermiskās īpašības – Ūdens absorbcijas koeficienta noteikšana ar daļējas iegremdēšanas metodi.     |

### TDU testi

|                   |                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mitruma uzkrāšana | DS/EN ISO 12571:2013 Būvmateriālu un izstrādājumu hidrotermiskās īpašības – Higroskopisko sorbciju īpašības un DS/EN ISO 11274 Augsnes kvalitāte – Ūdenssaistes īpašību noteikšana – Laboratoriskās metodes |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|               |                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Žūšanas līkne | Neizotermiskā kombinētā tvaika un šķidruma pārnese testēšanas metode, kas izstrādāta Drēzdenes Tehnoloģiju universitātē |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                     |                                                                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siltumietilpība un siltumvadītspēja | Heat pulse tehnoloģija, izmantojot ISOMET iekārtu, ko rekomendējusi Drēzdenes Tehnoloģiju universitāte |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Eksperimentālie stendi

Izgatavoti divi eksperimentālie stendi, kas sastāv no putupolistirola plāksnēm izgatavotas testa sienas. Katrā sienā iestrādāti deviņi vienkāršas ķieģeļu mūra sienas paraugi (40 cm platumā, 30 cm augstumā, 25 cm dziļumā). Katram no tiem izveidots siltinājums no telpas siltās puses. Eksperimentālā siena ievietota starp divām siltajām /aukstajām kamerām, kur vienā pusē tiek uzturēti konstanti iekštelpas mikroklimatu imitējoši parametri, bet otrā pusē tiek uzturēti pstāvīgi un dinamiski klimatiskos apstākļus imitējoši parametri

### Siltumizolācijas materiālu paraugi

17 paraugos ietverti dažādi siltumizolācijas materiāli, ieskaitot kondensātu izsliedzošus, kondensātu pielaidīgus un ierobežojošus materiālus.

Pirmajā testēšanas kārtā izmantotie materiāli

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Cewood ēvejskaidu plāksne | Knauf TecTem     |
| Knauf Naturoll 047        | STEICO Universal |
| Kingspan TW 56            | STEICO Therm     |
| VIP Optim-R TJ15L         | STEICO Flex      |

### Eksperimentālā stenda matemātiskā modelēšana

siltuma un mitruma pārnese programā Delphin

### Vizuālā apsekošana

**Sienas ķieģeļu paraugu testēšana laboratorijā**  
higrotehnisko īpašību noteikšanai

- Standarttesti
- TDU testi

### Datorsimulācijas

siltuma un mitruma pārnese programā Delphin

### Mērījumi reālā ēkā:

- Iekštelpas mikroklimata parametri
  - Temperatūra
  - Relatīvais mitrums
  - Gaisa kustības ātrums telpā
- Temperatūras un mitruma mērījums starp siltumizolācijas slāni un ķieģeļu mūri
- Mitruma satura novērtēšana ēkas ārsienās

08.01.2021

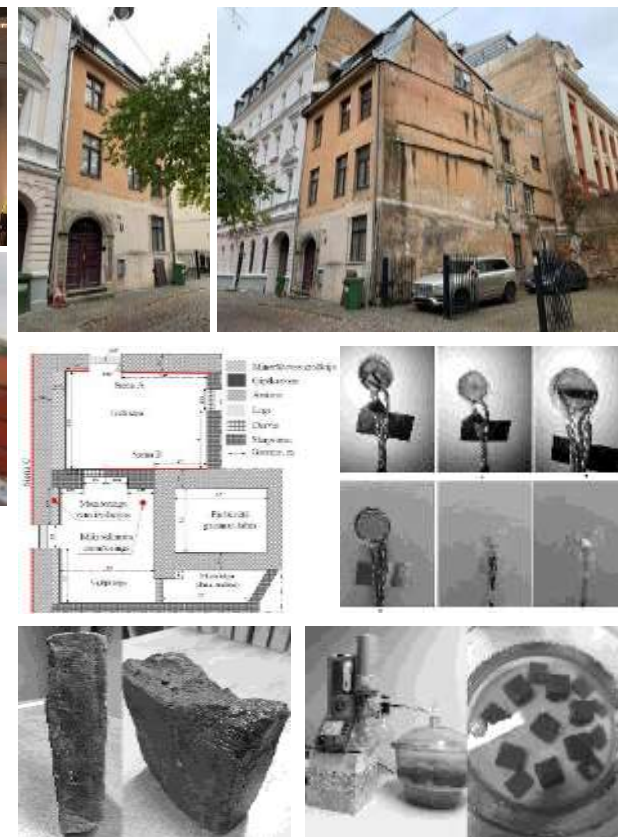
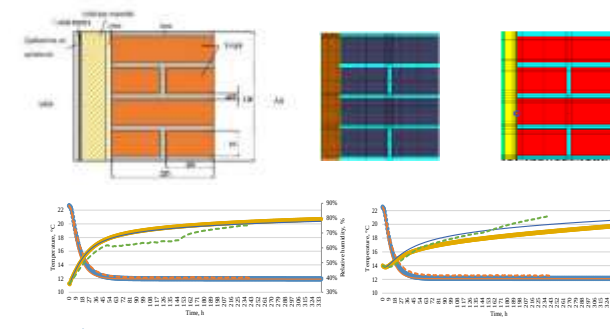
ĒKU ENERGOFĒKŒTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

## Latvijas vēsturisko ķieģeļu higrotehnisko īpašību testēšana laboratorijā

## No iekšpuses siltinātu sienu paraugu testēšana laboratorijā ar dažādiem siltumizolācijas materiāliem / sistēmām 17 paraugi

## Mērījumi reālās no iekšpuses siltinātās ēkās



## **WP3: CO<sub>2</sub> SAMAZINĀŠANAS IEKĀRTA RENOVĒTĀM PADOMJU LAIKU UN VĒSTURISKAJĀM ĒKĀM**

08.01.2021

ĒKU ENERGOFĒKTIVITĀTES TEHNOĻISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

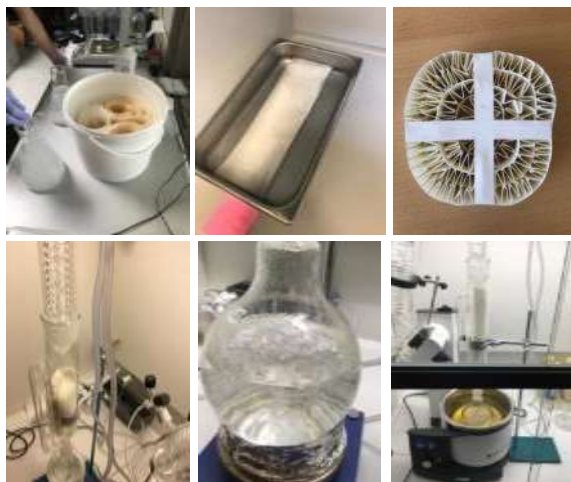
VPP-EM-EE-2018/1-0003





## Dažādu CO<sub>2</sub> absorbcijas materiālu testēšana

Laboratorijas testa stendā tika testētas komerciāli pieejamās jonu apmaiņas membrānas Excellion, ko ražo "SnowPure", un laboratorijā radītie materiāli uz HIPE bāzes



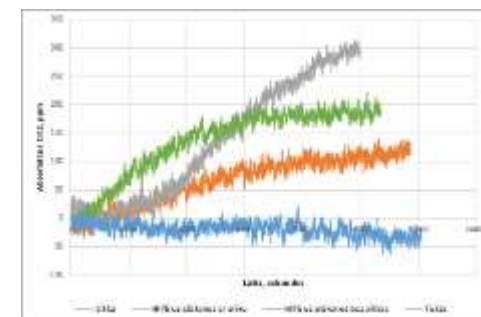
## CO<sub>2</sub> absorbcijas iekārtas prototipa izstrāde

Projekta pirmajā pusē ir uzsākta iekārtas prototipa pirmās versijas izstrāde. Darbs tika veikts ar neintegrētiem tehnoloģijas komponentiem (membrānām, mitinātāju, ventilatoriem, ietvaru). Iestrādātās *Excellion* membrānas laukums, atbilst mitrināšanas sistēmas adsorbcijai 10 % apmērā no vienas personas izelpotās CO<sub>2</sub> (0,048 l/min.). Iekārta ir aprīkota ar mitrināšanas sistēmu, korpusu un mērīšanas aprīkojumu, lai noteiktu relatīvo mitrumu, temperatūru un CO<sub>2</sub> līmeni

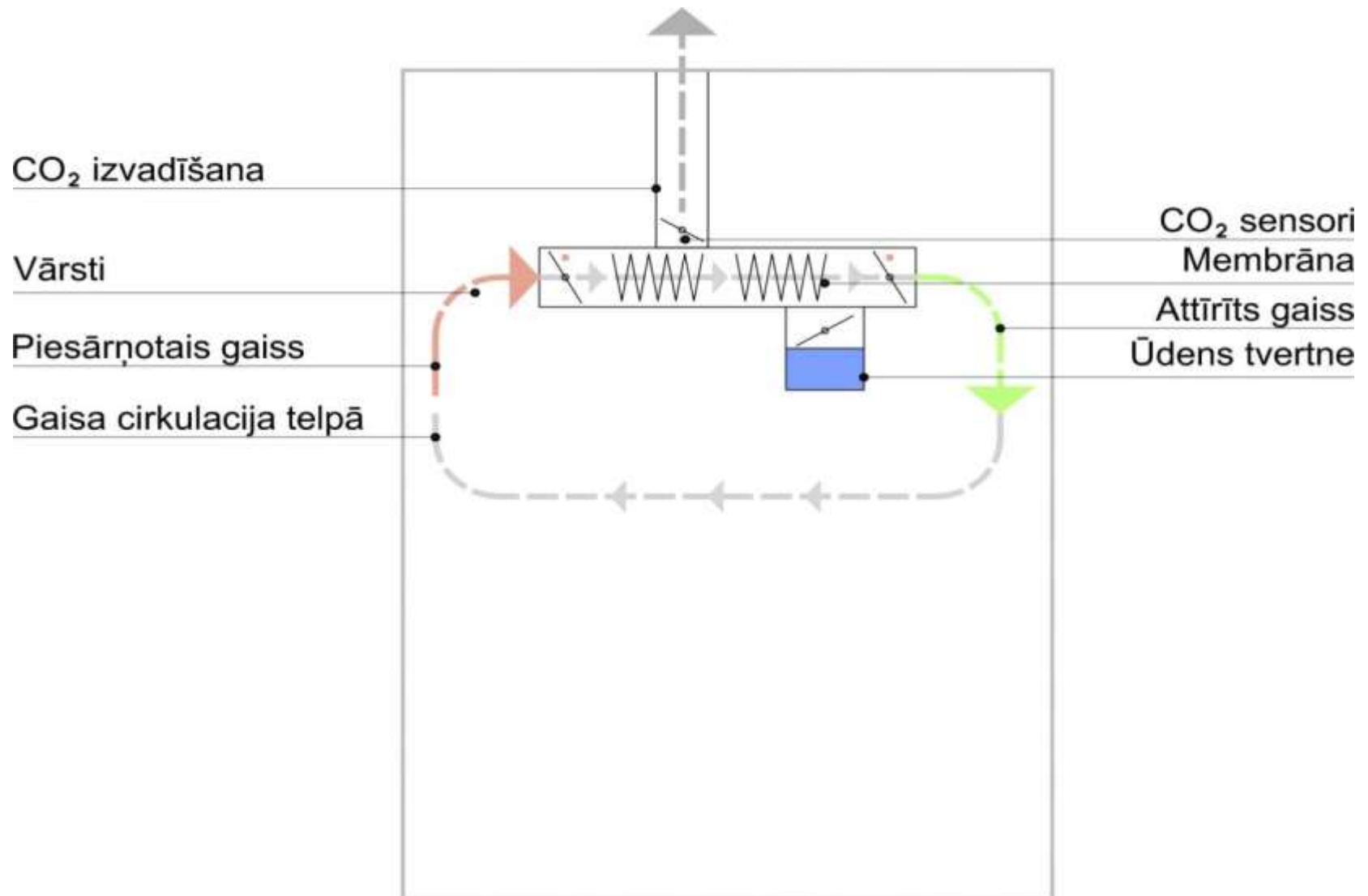


## CO<sub>2</sub> absorbcijas iekārtas prototipa testēšana

Testi tiek veikti kontrolētas vides stabilos iekštelpu klimatiskajos apstākļos (temperatūra, mitrums, CO<sub>2</sub> koncentrācija, gaisa kustības ātrums), izmantojot manekenus (temperatūra, CO<sub>2</sub> un ūdens tvaiki), mainīgas CO<sub>2</sub> emisijas (1–5 manekeni) un vairākos iekštelpu klimata scenārijos

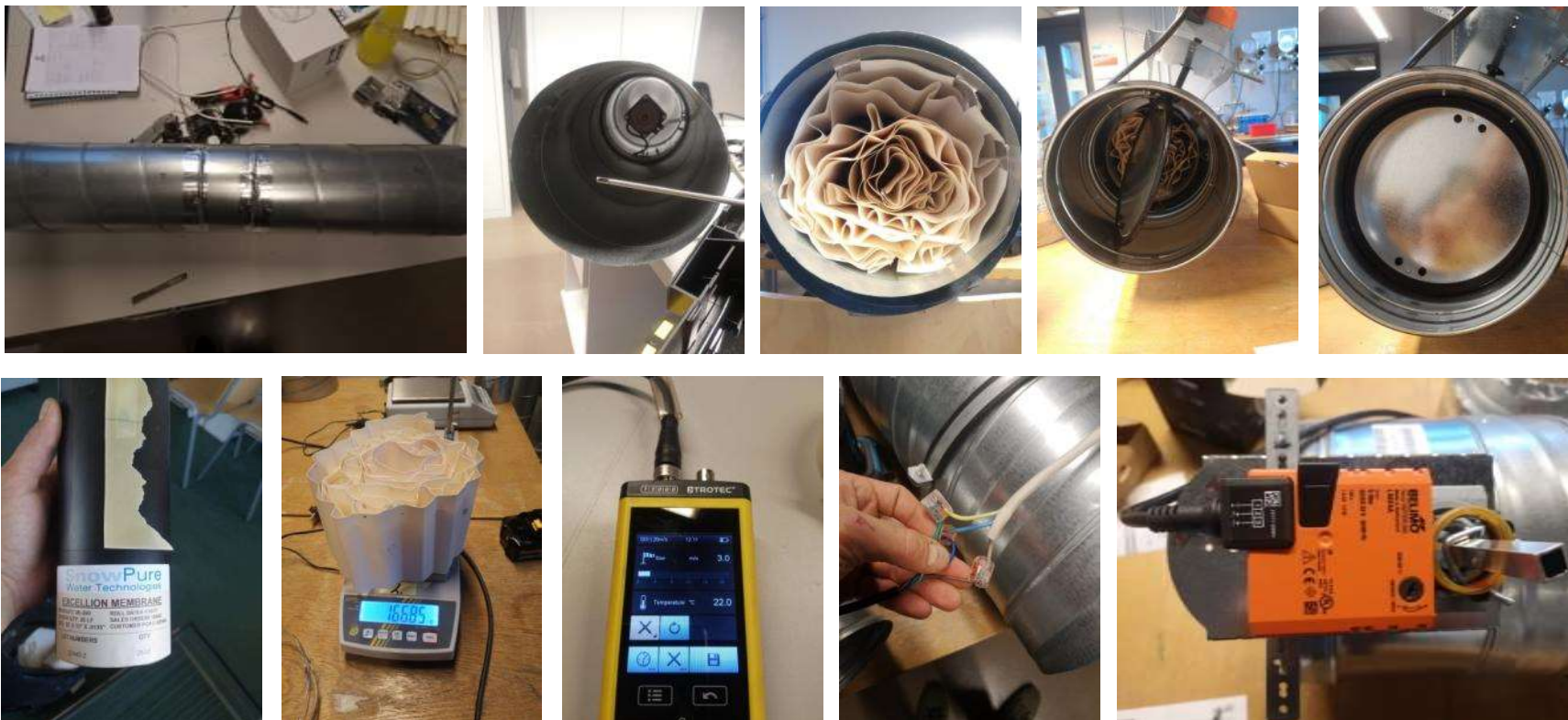


## DP3 – «CO<sub>2</sub> uztveršanas iekārta iekštelpu gaisa uzlabošanai padomju un vēsturiskajās ēkās»





# DP3 – «CO<sub>2</sub> uztveršanas iekārta iekštelpu gaisa uzlabošanai padomju un vēsturiskajās ēkās»



08.01.2021

ĒKU ENERGOFĒKŒVITĀTES TEHNOĻIŠKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

## DP3 – «CO<sub>2</sub> uztveršanas iekārta iekštelpu gaisa uzlabošanai padomju un vēsturiskajās ēkās»



08.01.2021

ĒKU ENERGOEFEKTIVĪTĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

## WP4: INOVĀCIJAS TŪKSTOŠGADES ĒKĀM

08.01.2021

ĒKU ENERGOFĒKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

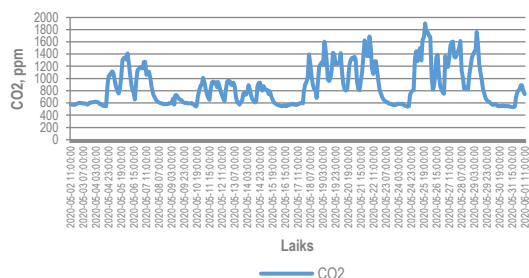
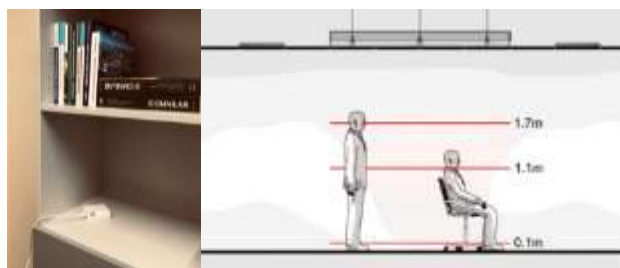


## Iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumi

Izmantojot TET CO<sub>2</sub> Node mēriekārtu tiek reģistrēti iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumi:

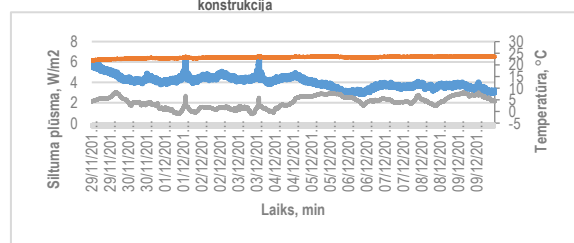
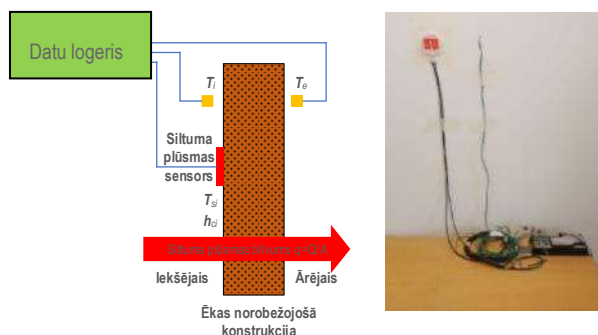
- Temperatūra, C°
- Relatīvais mitrums, %
- CO<sub>2</sub> koncentrācija, ppm

Mērījumi tiek veikti gan sabiedriskās ēkās, gan dzīvojamās ēkās.



## Siltuma caurlaidības mērījumi ēku ārsienām

Kopš senāko izlases ēku būvniecības pagājuši jau gandrīz 30 gadi, tādējādi tuvojoties tam ēkas dzīves brīdim, kad būtu jāveic ievērojami finansiāli ieguldījumi ēkas atjaunošanas darbos. Tādēļ nepieciešams novērtēt, cik liels ieguldījums nepieciešams ēku norobežojošo konstrukciju uzlabošanai. Pētījuma ietvaros tiek veikti sienu siltuma plūsmas mērījumi, lai noteiktu siltuma caurlaidības vērtību un salīdzinātu nomērīto ar projektēto, tādējādi ļaujot secināt, vai ir novērojama būtiska siltumtehnisko īpašību degradācija



## Ēku siltumenerģijas patēriņa datu analīze Ēku energoefektivitātes novērtējums

Vienkāršotais energoefektivitātes novērtējums tiek veikts, pamatojoties uz ēku energoefektivitātes aprēķina metodi (Ministru kabineta noteikumi Nr. 348 "Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode")

Vienkāršots energoefektivitātes novērtējums veikts 50 izlases ēkām, izvēloties 10 ēkas no katras piecgaides



# WP5: KLIMATA ADAPTĪVAS NOROBEŽOJOŠĀS KONSTRUKCIJAS GANDRĪZ NULLES ENERĢIJAS ĒKĀM

08.01.2021

ĒKU ENERGOFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003



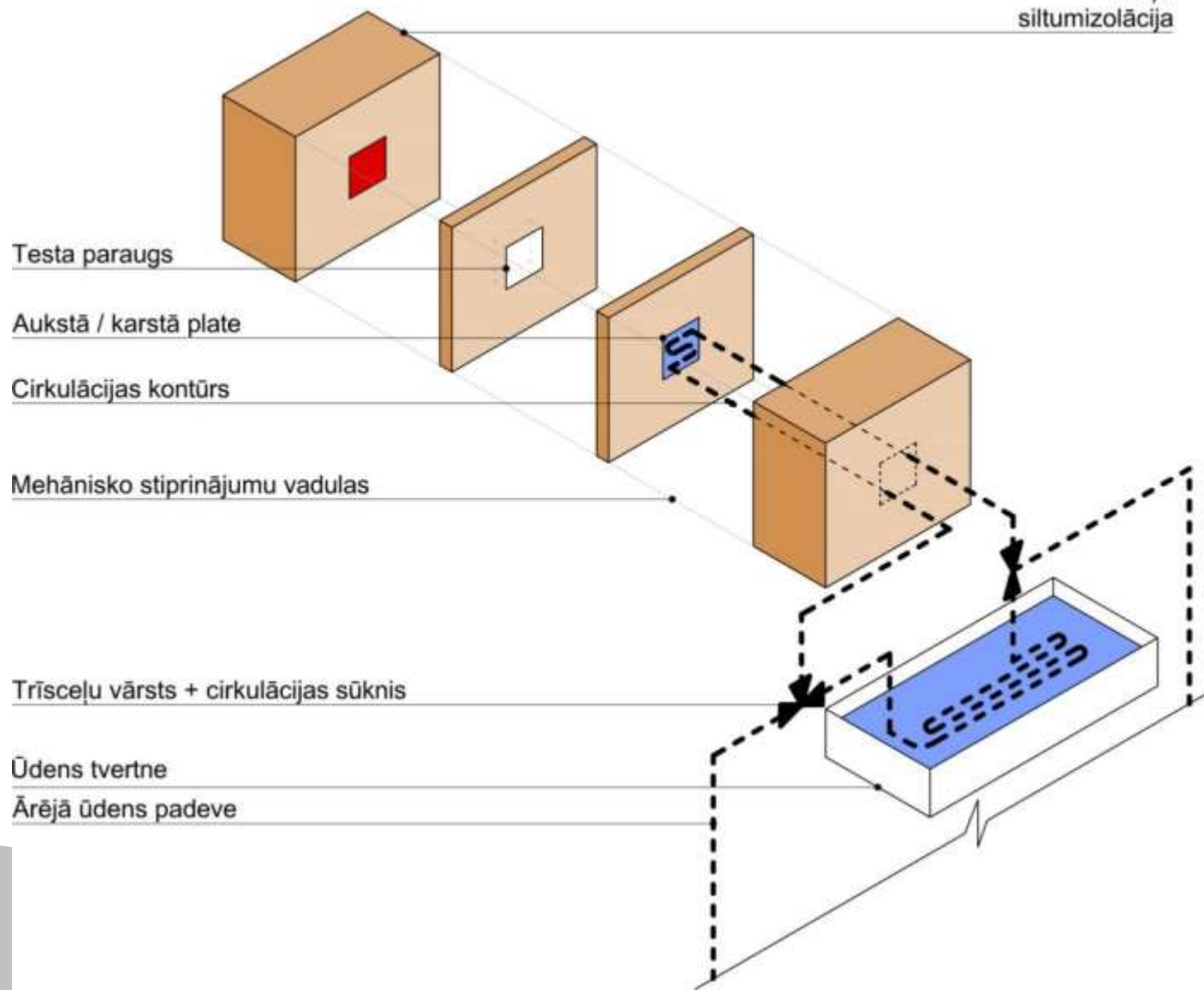




# DP5 – «Klimatam adaptīva fasāžu sistēma gandrīz nulles enerģijas ēkām»

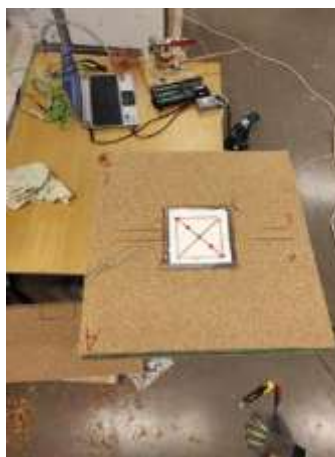
## Laboratorijas testi

Korķa  
siltumizolācija



# DP5 – «Klimatam adaptīva fasāžu sistēma gandrīz nulles enerģijas ēkām»

## Laboratorijas testi

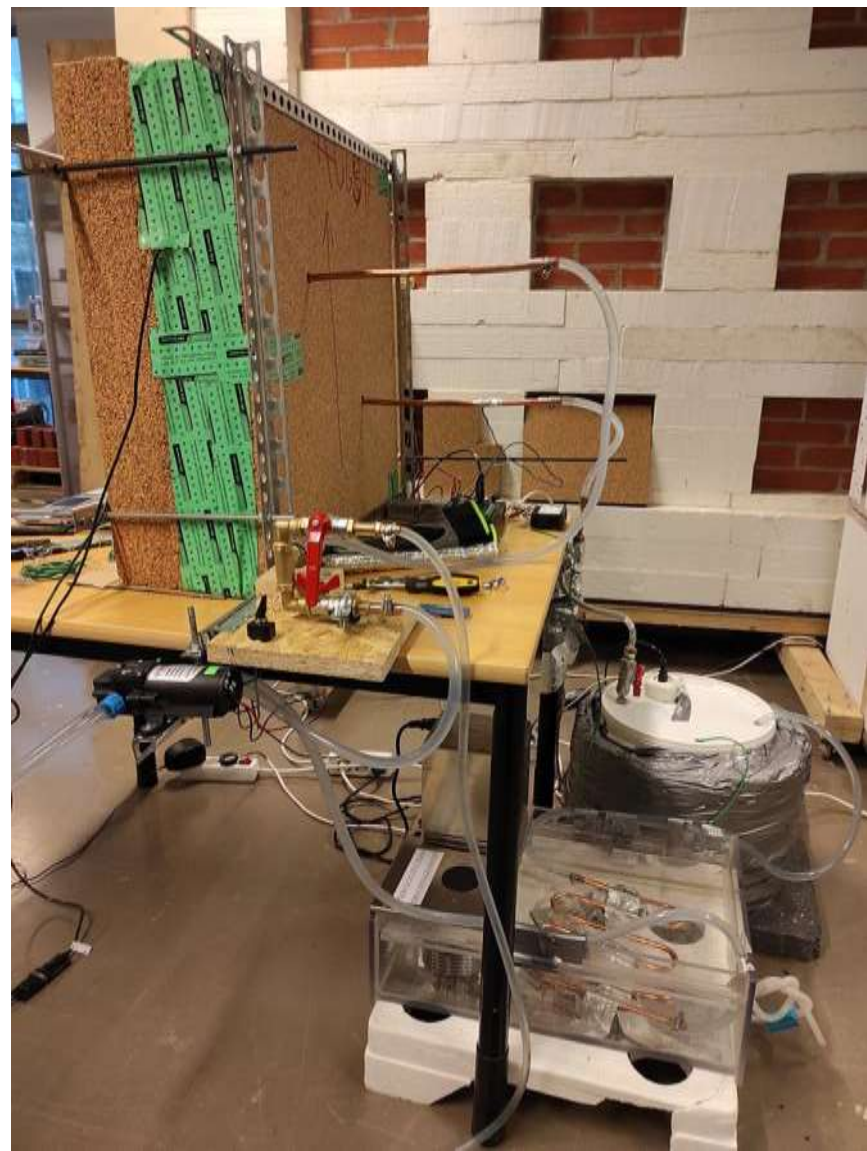
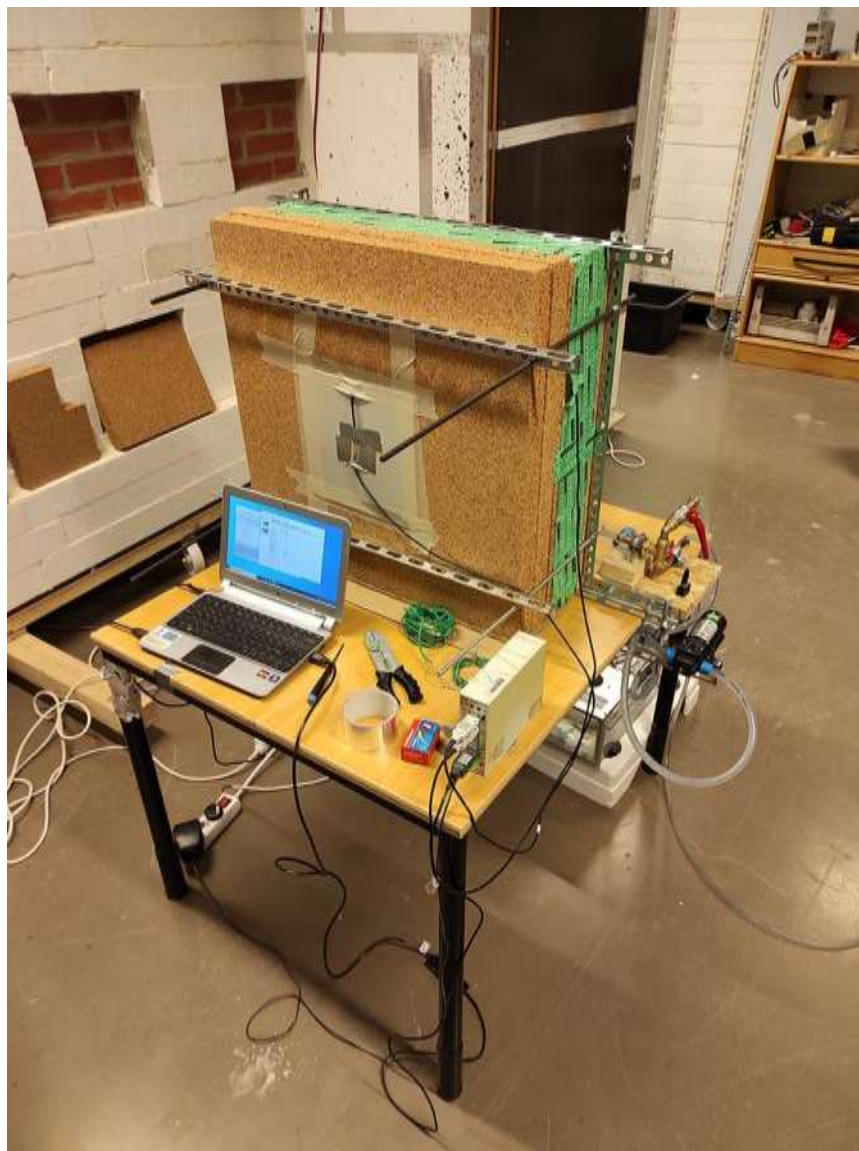


08.01.2021

ĒKU ENERGOFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

## DP5 – «Klimatam adaptīva fasāžu sistēma gandrīz nulles enerģijas ēkām»



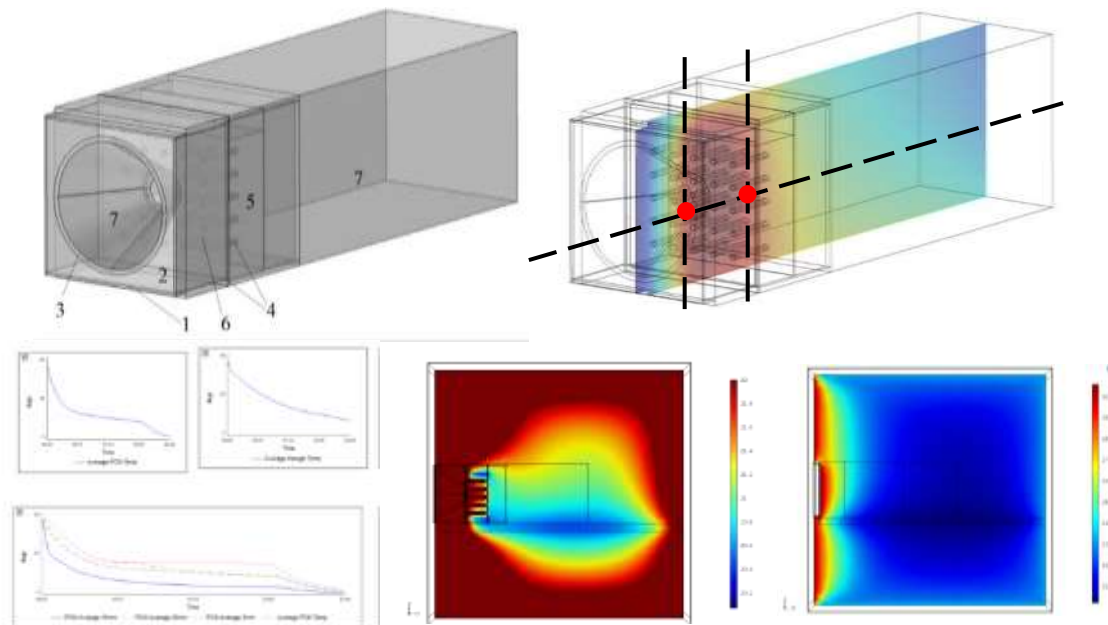


# DP5 – «Klimatam adaptīva fasāžu sistēma gandrīz nulles enerģijas ēkām»

## Laboratorijas testi



## Matemātiskā modelēšana



# WP6: POZITĪVAS ENERĢIJAS BILANCES KVARTĀLS

08.01.2021

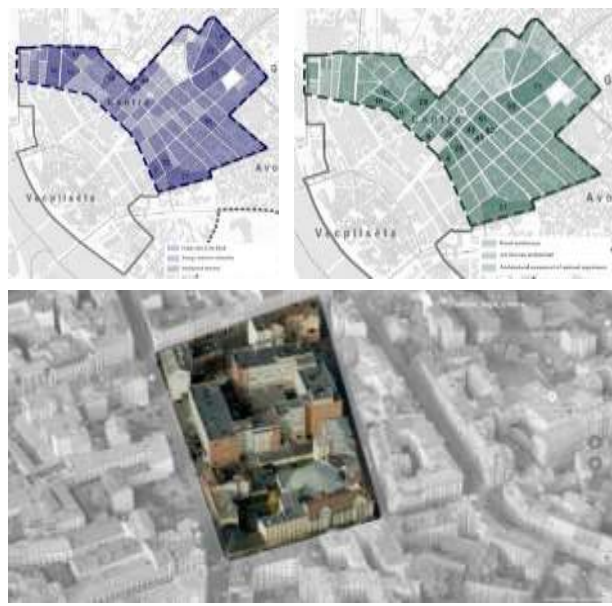
ĒKU ENERGOFEKTIVĪTĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003



# Kvartāla atlase

Izmantojot divkāršo multikritēriju analīzi (enerģija / kultūrvēsturiskais mantojums) izvēlēts kvartāls piemērispētei. No kultūrvēsturiskā mantojuma par nozīmīgākajiem kritērijiem tika izvēlēti kritēriji, kas atspoguļo kultūrvēsturiskās vērtības un dzīvas kvalitāti (livability), Savukārt no enerģijas viedokļa būtiska loma tika piešķirta lielajiem enerģijas patērētājiem.



# Izvēlēta kvartāla kultūrvēsturiskais novērtējums

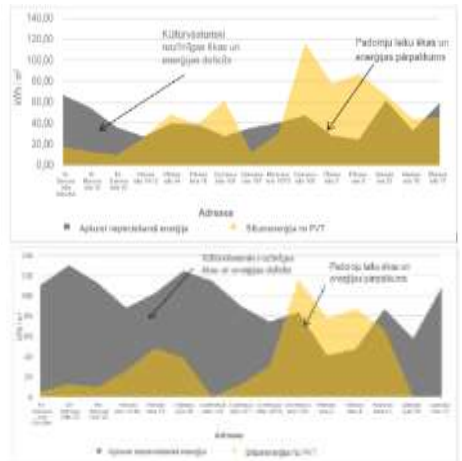
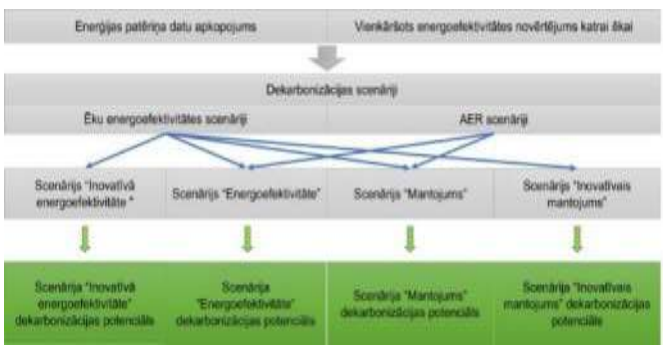
Sadarbībā ar RTU APF veikts kvartāla ēku kultūrvēsturiskais novērtējums, identificēti normatīvajos aktos noteiktie ierobežojumi energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumiem. Izstrādāts katalogs, kur katram kvartāla gruntsgabala un ēkai definēti ierobežojumi.

7.4.1. Ēka Kr. Barona ielā 32

|                                                                                   |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  |                                     |
| <b>Pamats dati</b>                                                                |                                     |
| Adrese                                                                            | Krišjāņa Barona ielā 32             |
| Kadestra Nr.                                                                      | 01000300058001                      |
| Piederība                                                                         | Juridiska persona                   |
| Virszemes stāvu skaits                                                            | 6                                   |
| Būvniecības periods vai gads, autors                                              | 1906                                |
| <b>Kultūrvēsturiskā novērtējuma</b>                                               |                                     |
| NKMP pieminekļu statuss, aizsargājamās vērtības                                   | Potenciāls arhitektūras piemineklis |
| Kultūrvēsturiskā vērtība (RVC SAP)                                                | -                                   |
| Aizsargājamās vērtības                                                            | n.d.                                |
| <b>Novērtējuma zemes gabalā, pilsētbūvnieciskā konteksta</b>                      |                                     |
| Uz ielas sarkanās līnijas                                                         | +                                   |
| Ielas frontē ar apkārti no sarkanās līnijas                                       | -                                   |
| Pagalimā                                                                          | -                                   |
| Uz zemes gabala robežas ar kaimiņu zemes gabalu                                   | +                                   |
| <b>Norobežojamo konstrukciju siltināšanas iespējas</b>                            |                                     |
| Ar sienas, ielas fasāde                                                           | -                                   |
| Ar sienas, pagalma fasāde                                                         | -                                   |
| Bēniņu pārsegums                                                                  | +                                   |
| Jumta siltināšana                                                                 | +                                   |
| Logu / durvju nomaigā                                                             | -                                   |
| <b>Atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju izvērtēšanas iespējas</b>                |                                     |
| Izvērtēšana uz ēku jumtiem                                                        | -                                   |
| Izvērtēšana uz ēku sienām                                                         | -                                   |
| Izvērtēšana iekšpagalmā                                                           | -                                   |
| <b>Ēkas būvobjekta palielināšanas iespējas</b>                                    |                                     |
| Stāvu skaita palielināšana                                                        | -                                   |
| Dzēgas paaugstināšana                                                             | -                                   |

# Ēku energoefektivitātes novērtējums

Apkopoti katras ēkas siltumenerģijas patēriņa dati., kā arī kvartāla elektriskā enerģijas patēriņa dati. Veikts katras kvartāla ēkas energoefektivitātes novērtējums, apskatīti energoefektivitātes paaugstināšanas iespējamie scenāriji AER, atlikumsiltums enerģijas uzglabāšana



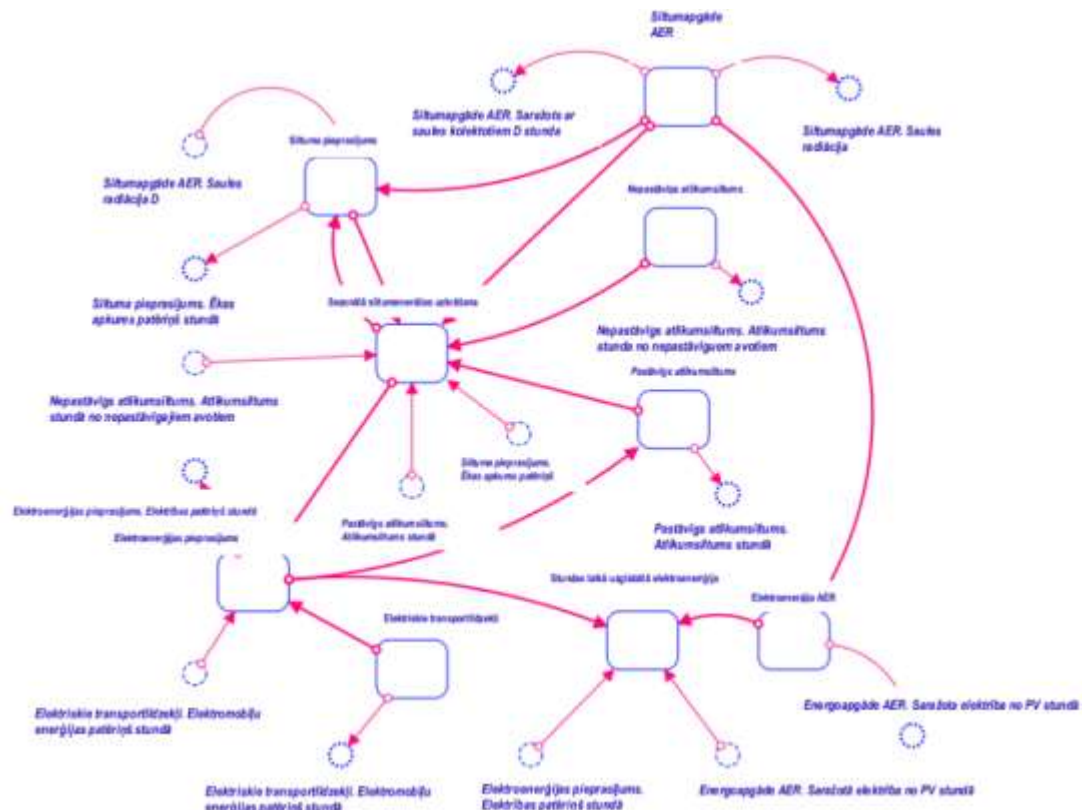


## Enerģijas pieprasījuma un piedāvājuma sitēmdinamikas modelis

Enrģijas pieprasījuma un piegādes plūsmu modelis ir izveidots, izmantojot *Stella®*

*Architect*. Modeļa pamatu enerģijas aprites pamatvienības:

- 1) siltumenerģijas pieprasījums;
- 2) elektroenerģijas pieprasījums;
- 3) siltumapgāde no lokālajām AER tehnoloģijām;
- 4) elektroenerģijas piegāde no lokālajām AER tehnoloģijām;
- 5) sezonālā siltumenerģijas uzkrāšana;
- 6) elektroenerģijas uzkrāšana



1. Freimanis, R., Vaiskunaite, R., Bezručko, T., Blumberga, A. "In-Situ Moisture Assessment in External Walls of Historic Building using Non-Destructive Methods." *Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 1, 122.-134. p. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. doi:10.2478/rtuct-2019-0009
2. Asere, L., Blumberga, A. "Does Energy Efficiency-Indoor Air Quality Dilemma have an Impact on the Gross Domestic Product?". *Journal of Environmental Management*, 2020, Vol. 262, 1.-9.p. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110270
3. Blumberga, A., Vanaga, R., Antužs, J., Freimanis, R., Bondars, E., Treija, S. "Is the High Quality Baukultur a Monkey Wrench in the Global Climate Challenges?". *Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 3, 230.-244. lpp. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. doi:10.2478/rtuct-2019-0092
4. Širmelis, R., Vanaga, R., Freimanis, R., Blumberga, A. Solar Facade Module for Nearly Zero Energy Building. Optimization Strategies. *Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 3, 170.-181.lpp. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. doi:10.2478/rtuct-2019-0087
5. Blumberga, A., Vanaga, R., Freimanis, R., Blumberga, D., Antužs, J., Krastiņš, A., Jankovskis, I., Bondars, E., Treija, S. "Transition from traditional historic urban block to positive energy block," *Energy*, p. 117485, 2020, doi: 10.1016/j.energy.2020.117485.
6. Asere, L. and Blumberga, A. "Energy Efficiency – Indoor Air Quality Dilemma in Educational Buildings: A Possible Solution", *Environmental and Climate Technologies*. Sciendo, 24(1), pp. 357–367. doi: 10.2478/rtuct-2020-0020.
7. Mols, T., Vanaga, R. and Blumberga, A. "Solar Facade Module for Nearly Zero Energy Building. Extended Test Period", *Environmental and Climate Technologies*. Sciendo, 24(1), pp. 442–453. doi: 10.2478/rtuct-2020-0027.
8. Mols, T., Blumberga A. "Inverse Modeling of Climate Adaptive Building Shells" *Environmental and Climate Technologies*. Sciendo 24 (2), pp. 170–177 <https://doi.org/10.2478/rtuct-2020-0064>

08.01.2021

ĒKU ENERGOFĒKŒTIVITĀTES TEHNOĻIŠKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003



# Noslēguma darbi



## 1. Ritvars Freimanis (2019)

Maģistra darbs

*Impact of moisture sources and moisture caused damage on hygrothermal processes in external walls with internal insulation*



## 2. Viesturs Balodis (2020)

Maģistra darbs

*Internal application of thermal insulation materials in historic buildings*



## 3. Katrīna Siliņa (2020)

Bakalaura darbs

*Mitruma akumulācijas vērtību noteikšana siltumizolācijas materiāliem*



## 1. Līva Asere

Promocijas darbs

*Energoefektivitātes un iekštelpu gaisa kvalitātes dilemma izglītības iestāžu ēkās*



## 1. Elvija Hvaleja (2020)

Maģistra darbs

*Energoefektivitātes novērtējums no 1992. Līdz 2014. gadam būvētajās ēkās Latvijā*



## 2. Zigmārs Zundāns (2021)

Bakalaura darbs

*Energoefektivitātes novērtējums no 1992. Līdz 2014. gadam būvētajās ēkās Latvijā*



## 1. Raivis Širmelis (2019)

Maģistra darbs

*Solārā siena ar aerogelu un fāžu pārejas materiāliem*



## 2. Toms Mols

Promocijas darbs

*Klimāta adaptīvās ēku norobežojošās konstrukcijas*



## 1. Artūrs Krastiņš (2020)

Maģistra darbs

*Transition from traditional to Positive Energy Block in Riga historic centre. Conceptual proposal for energy efficiency strategies*



## 2. Ivars Jankovskis (2020)

Maģistra darbs

*Enerģijas aprites cikla koncepcija kvartāla pārejai no tradicionāla uz pozitīvas enerģijas bilances kvartālu Rīgas vēsturiskajā centrā*



## 3. Klāvs Galenieks (RTU APF) (2021)

Maģistra darbs / diplomdarbs

*Kultūrvēsturiskā mantojuma ilgtspējīga saglabāšana, pielāgojot vēsturisku dzīvojamo kvartālu gandrīz nulles enerģijas prasībām Vēsturiska dzīvojamā kvartāla reģenerācija energokopienas kontekstā*

08.01.2021

ĒKU ENERGOEFEKTIVITĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

VPP-EM-EE-2018/1-0003

Paldies par uzmanību!

08.01.2021

ĒKU ENERGOFEKTIVĪTĀTES TEHNOLOĢISKO RISINĀJUMU UZLABOŠANA

24

VPP-EM-EE-2018/1-0003



VASSI

