

Latvijas dabasgāzes infrastruktūras attīstības tendences, izaicinājumi un risinājumi (LAGAS)



Laila Zemīte, Jānis Kleperis, Ilze Dimanta, Ivars Zālītis u.c.

Projekta mērķis un uzdevumi



Baltijas valstu karte. Indikatīvs reģionālās elektrības pārvades tīkla un dabasgāzes tīkla piemērs.



Projekta mērķis bija dabas gāzes piegādes, uzglabāšanas, izplatīšanas un pārstrādes sistēmas darbības efektivitātes un drošuma uzlabošana.



Projekta galvenais **uzdevums** bija veikt pētījumus par Latvijas dabasgāzes pārvades, sadales, kā arī sašķidrinātās dabasgāzes **ražošanas** un **transportēšanas** sistēmas attīstības prognozētajām **tendencēm, izaicinājumiem un iespējamiem risinājumiem** laika periodam līdz 2050.gadam.

Darba pakotnes un to uzdevumi

Latvijas dabasgāzes pārvades, sadales, kā arī sašķidrinātās dabasgāzes ražošanas un transportēšanas sistēmu attīstības prognoze periodam līdz 2050.gadam (WP1, WP6).

- **Dabasgāzes infrastruktūras attīstības prognoze** izstrādāta ņemot vērā paredzamo dabasgāzes pieprasījumu Baltijas reģionā, paredzamo dabasgāzes un elektroenerģijas cenu izmaiņu un to korelāciju, biogāzes ieguves tehnoloģiju attīstību, izmantojot AER, iespējamās sinerģijas efektus starp AER un dabasgāzes nozari.

Dabasgāzes piegāžu nepārtrauktības nodrošināšana (WP3).
Reģionālu avārijas rezervju uzturēšana (WP2, WP4).

- Identificēti iespējamie izaicinājumi un iespējamās investīcijas gāzes tīklā, lai nodrošinātu **dabasgāzes piegādes drošumu un drošību**.
- Ievērojot, Inčukalna pazemes gāzes krātuves paredzamo lomu un ar to saistītās izmaksas modelēta, piemēram, **sašķidrinātās gāzes, AER, TEC u.c. ietekme** avārijas rezervju uzturēšanai un akumulācijai.

Ūdeņraža ieguves un izmantošanas novērtēšana Latvijā (WP5).

- Līdz ar iespējamo ūdeņraža ieguves un izmantošanas apjomu palielināšanos un tehnoloģisko attīstību, izvērtētas iespējas esošās iekārtas pielāgot daļēji vai pilnīgai **ūdeņraža transportēšanai un uzglabāšanai** un veikts ūdeņraža tehnoloģiju novērtējums.

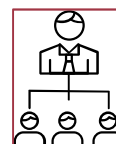
Projekta komanda



RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

Enerģētikas institūts (EI)

Atbildīgā persona: Laila Zemīte



Kopā projekta laikā nodarbināti 29 pētnieki

tostarp:



15 vadošie nozares pētnieki



14 studējošie ar 6,3 PLE



RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

**Siltuma, gāzes un ūdens
tehnoloģiju institūts (SGŪTI)**

Atbildīgā persona: Egīls Dzelzītis



LATVIJAS UNIVERSITĀTES
CIETVIELU FIZIKAS INSTITŪTS

Atbildīgā persona: Jānis Kleperis

Projektā plānotais un sasniegtais

Kategorija	Plānots	Publicēts
1. WoSCC/Scopus raksti $\geq 50\%$	4	24
2. WoSCC/Scopus raksti - citas	16	21
3. Konferenču materiāli - pilna teksta	0	3
4. Konferenču materiāli - kopsavilkumi	0	5
5. Recenzētas zinātniskās monogrāfijas	0	2
6. Nerecenzētas publikācijas, preprinti	0	36
7. Reģistrēts II (patenti...) - Latvija	1	1
8. Licences vai II nodošanas līgumi	1	1
9. Ziņojumi par rīcībpolitiku	6	7
10. Maģistra darbs	7	11
11. Promocijas darbs		3
12. Cits projekta rezultāts	8	90



Zinātniskās publikācijas SCOPUS sasniedza 45, t.i. 225% pret solīto



Izdotas 2 monogrāfijas



Publicēti 36 informatīvie raksti



Aizstāvēti 20 bakalaura darbi, 11 maģistra darbi un 3 promocijas darbi.



Notikušas 90 sabiedriskās aktivitātes projekta tematikā

Atzīmējami zinātniskie sasniegumi

Izdota grāmata «Ūdeņradis un degšūnas. Tehnoloģijas un tirgus perspektīvas»



Grāmata paredzēta inženieriem, ķīmiķiem, biznesa vadītājiem, studentiem, zinātniekiem un visiem, kas interesējas par ūdeņraža un degšūnu tehnoloģijām. Grāmata nopērkama [RTU Grāmatnīcā](#).



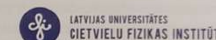
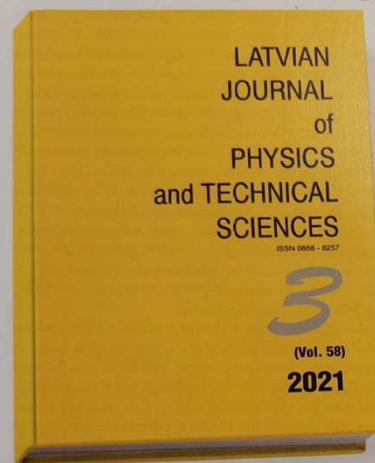
- Publicēti 24 raksti augsti citējamos žurnālos
- 1 patents
- 1 licences līgums

Sadarbībā ar



sagatavota nodaļa zinātniskajā monogrāfijā
«*Resilience Engineering and Modelling of Networked Infrastructure*»

Latvijas fizikas un tehnisko zinātņu žurnāla specizlaidumā – par enerģijas pāreju un aktuālajiem pētniecības virzieniem enerģētikā



Sociālās aktivitātes

36 publikācijas
7 ziņojumi par rīcībpolitiku
90 sabiedriskās aktivitātes



Par dabasgāzes, atjaunīgo energoresursu un energoefektivitātes sinerģiju

Viedā dabasgāzes sadale kā šodienas vīzija un nākotnes perspektīva



Biogāze, biometāns, zaļais ūdeņradis – ilgtspējīgam gāzapgādes sektoram



Biometāns
Eiropas pieredze un Latvijas iespējas



...mērotu telpu dzesētāju? /

Visit

Gāzveida kurināmā nākotne Eiropā – reģionālā attīstība no globālā skatpunkta



LAGAS

Latvijas dabasgāzes infrastruktūras attīstības tendences, izaicinājumi un risinājumi

Projekta mērķis
Dabas gāzes piegādes, uzglabāšanas, izplatīšanas un pārstrādes sistēmas darbības efektivitātes un drošuma uzlabošana.

Projekta uzdevums
Pētījumu veikšana par Latvijas dabasgāzes pārvades, sadales, kā arī sašķidrīnātās dabasgāzes ražošanas un transportēšanas sistēmas attīstības prognozētājām tendencēm, izaicinājumiem un iespējamiem risinājumiem laika periodam līdz 2050.gadam.

- Dabasgāzes sistēmas attīstības prognozes
- krātuves
- oma
- Cenu ilgtermiņa prognozes
- Energoresursu sinerģija
- dabasgāzes tīkla darbības efektivitātes un drošuma uzlabošanas risinājumi
- Investīciju nepieciešamības identificēšana
- drošuma analīze
- deņraža ieguves un izmantošanas perspektīvas

Šo pētījumu finansē Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, projekts „Latvijas gāzes infrastruktūras attīstības tendences, izaicinājumi un risinājumi (LAGAS)”; projekts Nr. VPP-EM-INFRA-2018/1-0003.

Partneri

- Enerģētikas institūts (EI)
- Projekta koordinators: Laila Zemīte
- Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģiju institūts (SGŪTI)
- Atbildīgā persona: Egils Dzelziņš
- LATVIJAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
- LATVIJAS REPUBLIKAS CIETIEVU FIZIKAS INSTITŪTS
- LU Cietvielu fizikas institūts (CFI)
- Atbildīgā persona: Jānis Kleperis

Sinergijas projekti



Eiropas gāzes tīklu
nodrošināšana (SecureGas)



Viedās enerģētikas stratēģiskā un
operatīvā vadība (**I-POWER**), (No.
Izp-2018/1-0066)



Inovatīvas viedo tīklu tehnoloģijas un to optimizācija
(**INGRIDO**);
Ilgtspējīga Latvijas energosistēmas attīstība un
integrācija Eiropā (**FutureProof**).

Zinātniskā sadarbība



Starptautiskā



Baltijas



LITHUANIAN
ENERGY
INSTITUTE

Amber
Grid



Latvijas



Būvniecības valsts kontroles birojs

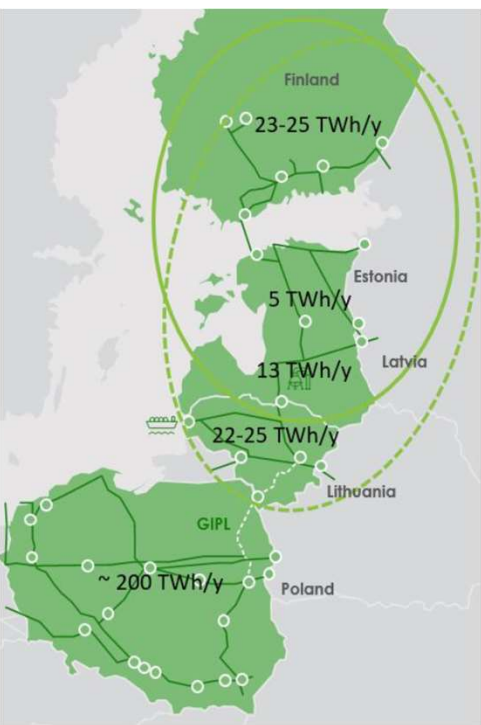
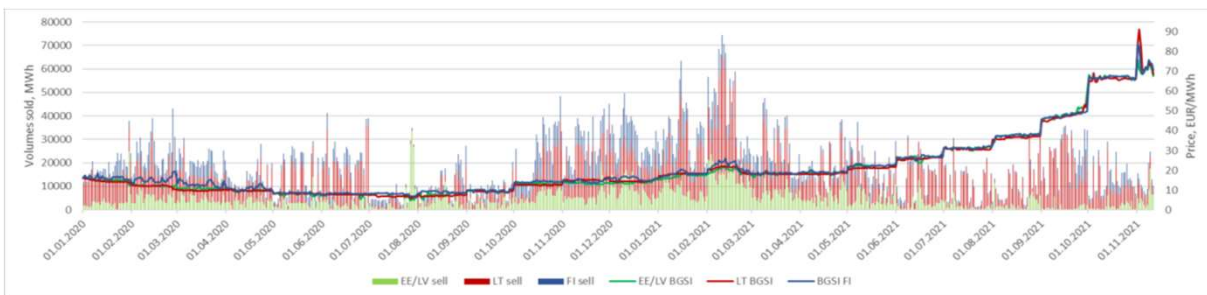


Komentāri no projekta vērtētājiem

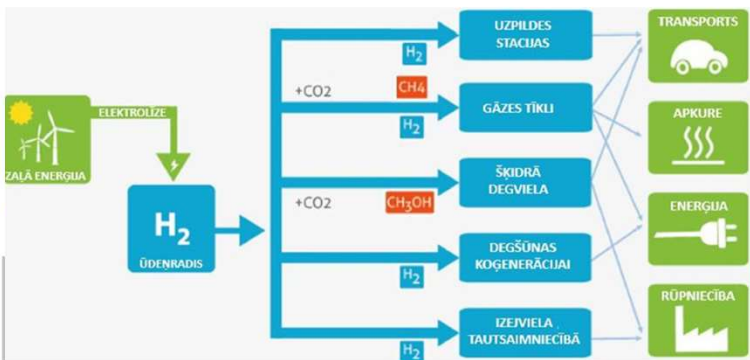
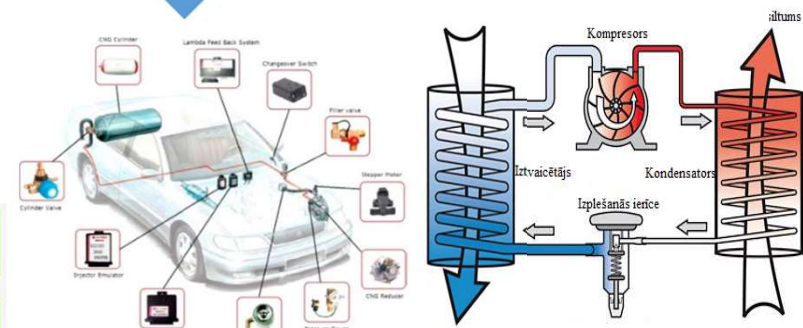


- ④ The project is implemented with excellent results, which are substantially exceeded.
- ④ The description of the research shows that the proposers have a very good knowledge of the specific research area with significant work efforts in the past, for that some of them have been rewarded with significant research funding.
- ④ The project has the capacity to create new knowledge based on its innovativeness and the progress in revealing and understanding the models and methodologies for the gas network issues and market development.
- ④ The use of neural networks is remarkable, as well as the evaluation of Hydrogen extraction and utilization in Latvia.
- ④ The implementation of the project was regular, according to scheduled activities.
- ④ As far as the capacity building of the scientific team, the project, thanks to the various collaborations, provided new career prospects to some young researchers.
- ④ The socio economic impact is really significant thanks to the collaboration with many institutions and companies.
- ④ The communication and dissemination activities are significant, with many events, workshops, symposia, meetings with stakeholders and many press releases.

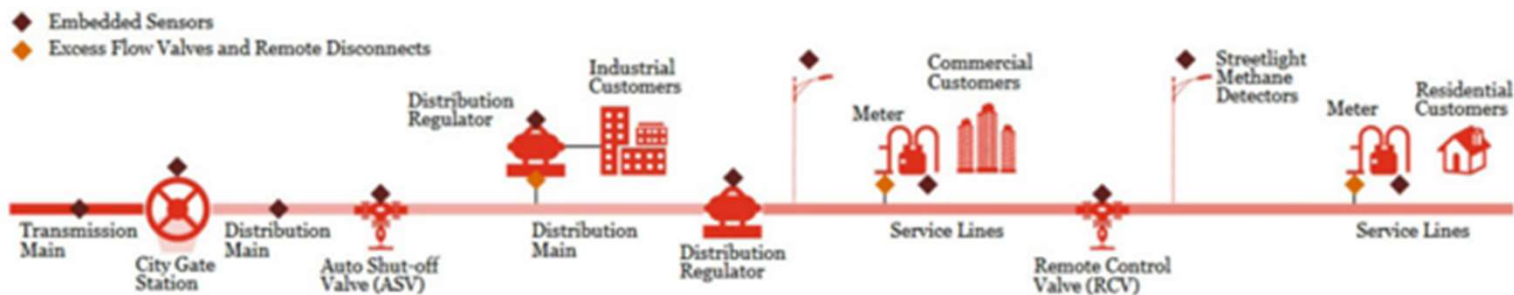
Galvenie projekta dati



- 1. līmenis**
 - kopējais patēriņa samazinājums pēc 1. līmeņa izsludinātās enerģētiskās krīzes
 - pēc MK 312 jābūt samazinājumam no 7% līdz 12% enerģijas no kopējā pilsētas patēriņa
- 2. līmenis**
 - kopējais patēriņa samazinājums pēc 2. līmeņa izsludinātās enerģētiskās krīzes
 - pēc MK 312 jābūt samazinājumam no 12% līdz 17% enerģijas no kopējā pilsētas patēriņa
- 3. līmenis**
 - kopējais patēriņa samazinājums pēc 3. līmeņa izsludinātās enerģētiskās krīzes
 - pēc MK 312 jābūt samazinājumam vairāk par 17% enerģijas no kopējā pilsētas patēriņa



Viedā gāzes sistēma

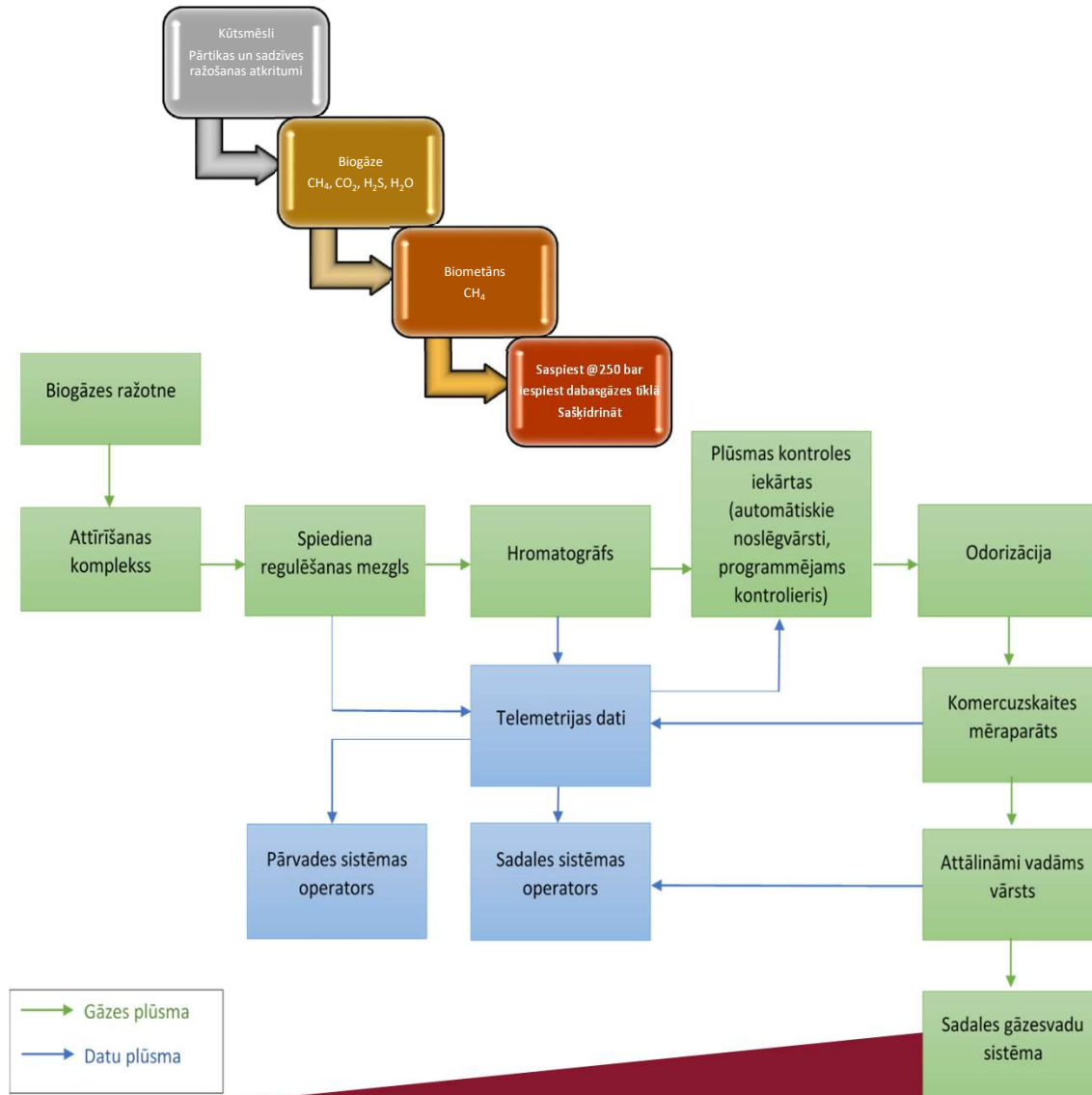


Galvenās tradicionālo un viedo enerģijas sistēmu atšķirības

Kategorija	Potenciālo risku avoti
Viedie gāzesvadi un mobilās tehnoloģijas	<ul style="list-style-type: none"> •Iebūvēti sensori, <i>in-line</i> roboti – cauruļvadu pārbaudes mērierīces un ultraskaņas pārbaudes ierīces, kas savienotas ar SCADA •Attālināta dabasgāzes noplūdes noteikšana, izmantojot automašīnu vai citas mobilās tehnoloģijas, piemēram, bezpilota lidaparātus •Viedie dabasgāzes skaitītāji ar paplašinātu funkcionalitāti un savienojamību ar citiem pārvades tīkliem •Mobilās ierīces ar mākoņa informācijas apmaiņas un glabāšanas funkcijām
Vadības automatizācija	<ul style="list-style-type: none"> •Tālvadības vārsti un automatizēti slēgvārsti, kas savienoti ar SCADA •Pārmērīgas plūsmas vārsti un tālvadības slēdži (atvienotāji), kas integrēti viedajos dabasgāzes skaitītājos •Dabasgāzes sadales sistēmas vizualizācija dabasgāzes operāciju vadības centrā
Sistēmas datu reģistrēšana	<ul style="list-style-type: none"> •Uzņēmumu sistēmu integrācija, ieskaitot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (ĢIS) un uzņēmuma aktīvu pārvaldību utt. •Datu un informācijas pārvaldība, ieskaitot automātisku validāciju, lai nodrošinātu nepārtrauktu informācijas kvalitāti
Sistēmas datu apstrāde un analīze	<ul style="list-style-type: none"> •Vides informācijas avotu (piemēram, laikapstākļi, augsne, seismiskie apstākļi, satiksme utt.) monitorings •Rīki dinamiskai riska modelēšanai un darba prioritāšu noteikšanai, pamatojoties uz draudu varbūtību un sekām •Datu arhivēšana, droša glabāšana un analīze pēc pieprasījuma

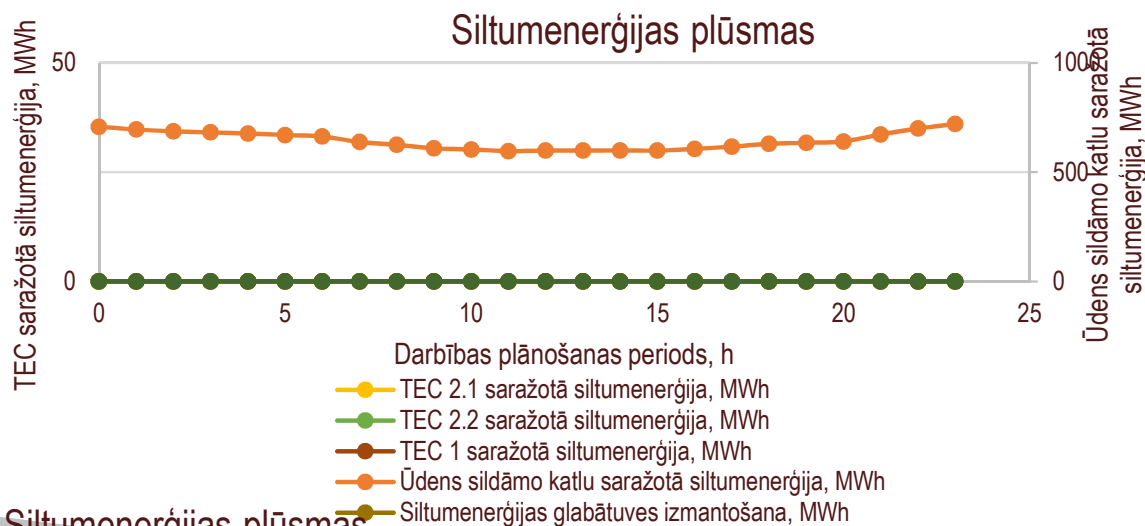
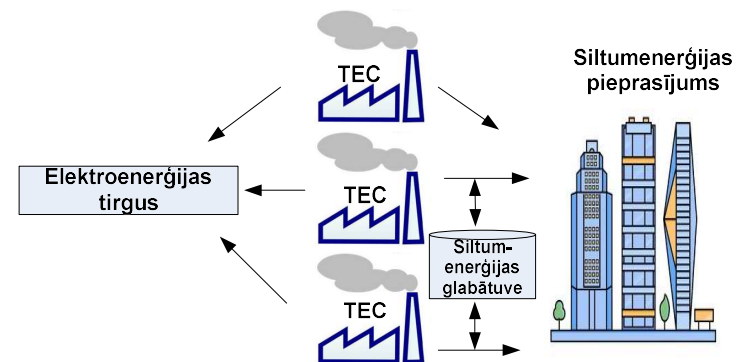
Biometāns

- Biometāns ir ērti un viegli uzglabājama degviela;
- Biometānu var izmantot kā tiešu dabasgāzes aizstājēju, jo tam ir tāds pats ķīmiskais sastāvs kā dabasgāzei – biometānā metāna saturs parasti pārsniedz 96%;
- Biometāna nodošanu dabasgāzes tīklos var organizēt trijos veidos:
 - **Tradicionālajā** – biometāna nodošana dabasgāzes tīklā no atsevišķām biogāzes stacijām;
 - **Centralizētajā** izejvielu **kolektorā**, kur biogāzes izejvielu piegādātāji nogādā savu produkciju;
 - **Centralizētajā** biogāzes attīrīšanas un **tīklā nodošanas** iekārtas veidā, kur visu piegādāto biogāzi attīra līdz biometāna līmenim un pēc tam nodod dabasgāzes tīklā.

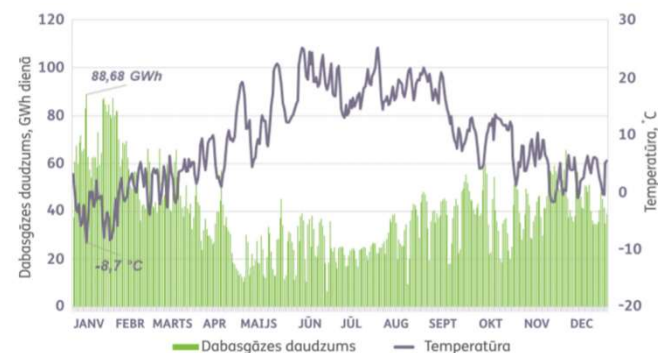


Lielo termoelektrostaciju darbības optimizācija

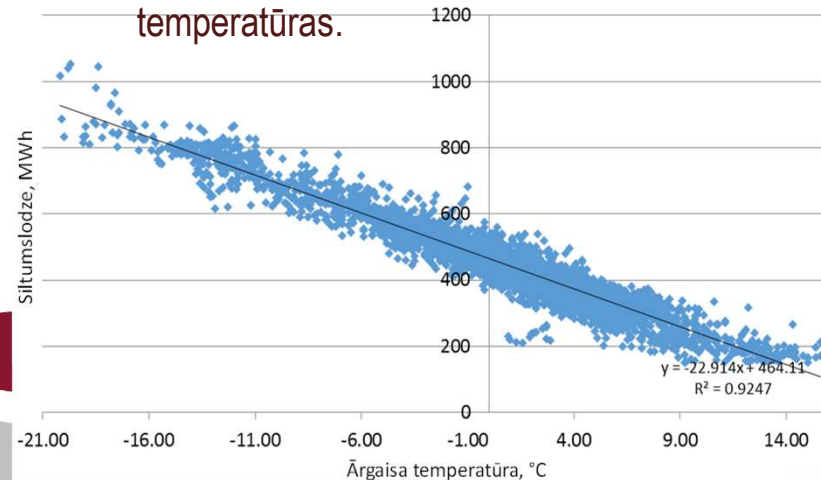
- Rīgas TEC enerģijas izstrādi lielā mērā nosaka tās darbības efektivitāte, situācija elektrības tirgū, siltumapgādes un kurināmā (gāzes) tirgos, kā arī TEC spēja pielāgoties šiem apstākļiem.
- Liberalizētais elektroenerģijas un gāzes tirgus ievieš vairāk nenoteiktību nekā līdz šim; ražošanas optimizācijai būtu jāietver ne tikai vienas koģenerācijas stacijas darbība, bet gan visu koģenerācijas staciju darbība noteiktā siltumapgādes zonā



Siltumenerģijas plūsmas.
Darbojas (TEC-1 un TEC-2)
ūdens sildāmie katli.



Ikstundas siltumslodzes atkarība no ārējās temperatūras.



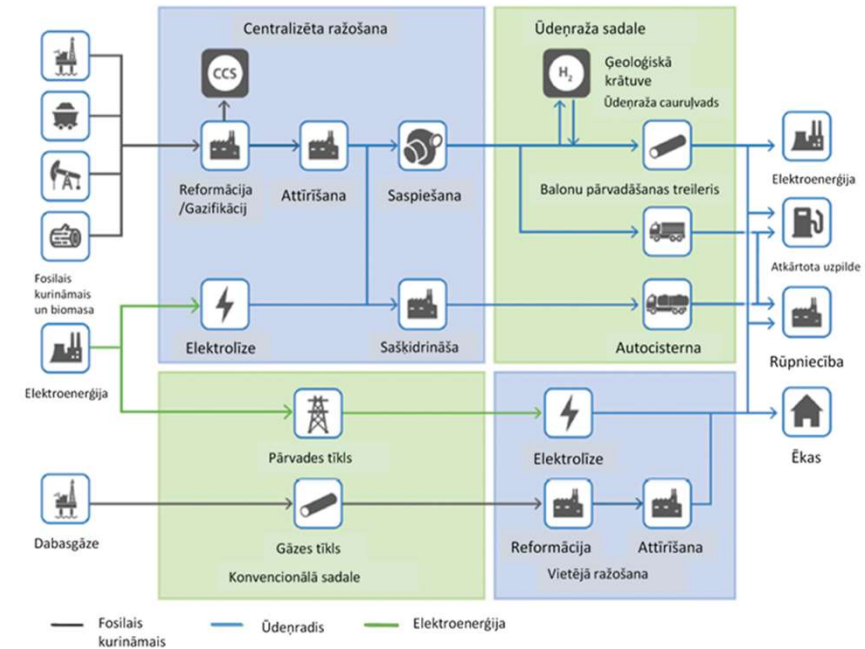
Ūdeņraža tehnoloģijas

Līdz nesenam brīdim ūdeņradis un degšūnu tehnoloģijas netika iekļautas dekarbonizācijas plānos. Bet neseni pētījumi ir atklājuši, ka tas var dot ievērojamu ieguldījumu.

Siltuma piegādei iespējams izmantot vairākas ūdeņraža tehnoloģijas.

Krāsa	Enerģijas avots
Zaļais	Elektrolīze izmantojot atjaunīgus resursus
Zilais	Fosilie kurināmie, ar CO ₂ uztveršanu
Pelēkais	Fosilie kurināmie, bez CO ₂ uztveršanas
Brūnais (melns)	Fosilās ogles
Violets (sarkanais)	Elektrolīze izmantojot kodolenerģiju
Tirkīza	Termiskā metāna sadalīšana

Ūdeņraža krāsas un atšifrējumi



Ūdeņraža piegādes veidi

Ūdeņraža salīdzinājums ar fosilajām degvielām

Ūdeņradis deg ar ļoti vāji saskatāmu liesmu, kas izplatās 8 reizes ātrāk par gāzes liesmu;

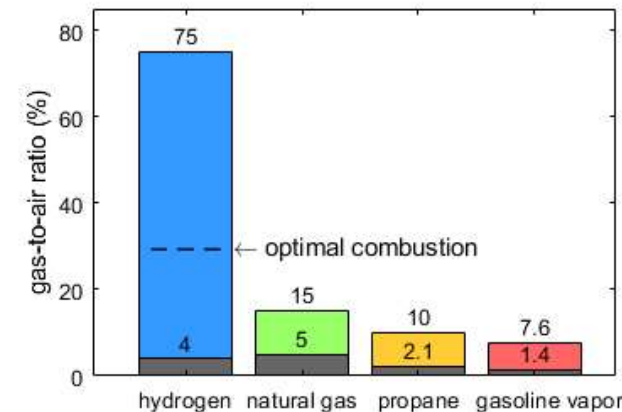
Ūdeņradim ir ļoti plašs maisījuma ar gaisu aizdegšanās diapazons un ļoti maza aizdedzei nepieciešamā enerģija.

H₂ liesma tīrā gaisā ir bāli zila, bet piesārņotā var būt dzeltena;

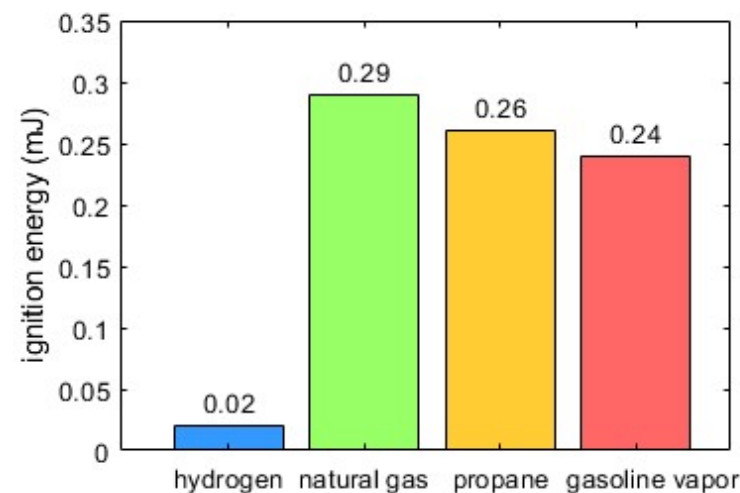
Tīra H₂ liesma nerada dūmus;

Ārpus H₂ liesmas ir ļoti maz paaugstināta temperatūra;

H₂ liesmas konstatēšanai tiek lietoti speciāli liesmu detektori, piemēram, termālās kameras principa.



Dažādu degvielu maisījuma ar gaisu aizdegšanās diapazons (%)



Dažādu degvielu aizdegšanās enerģija (mJ)
stehiometriskos maisījumos ar gaisu

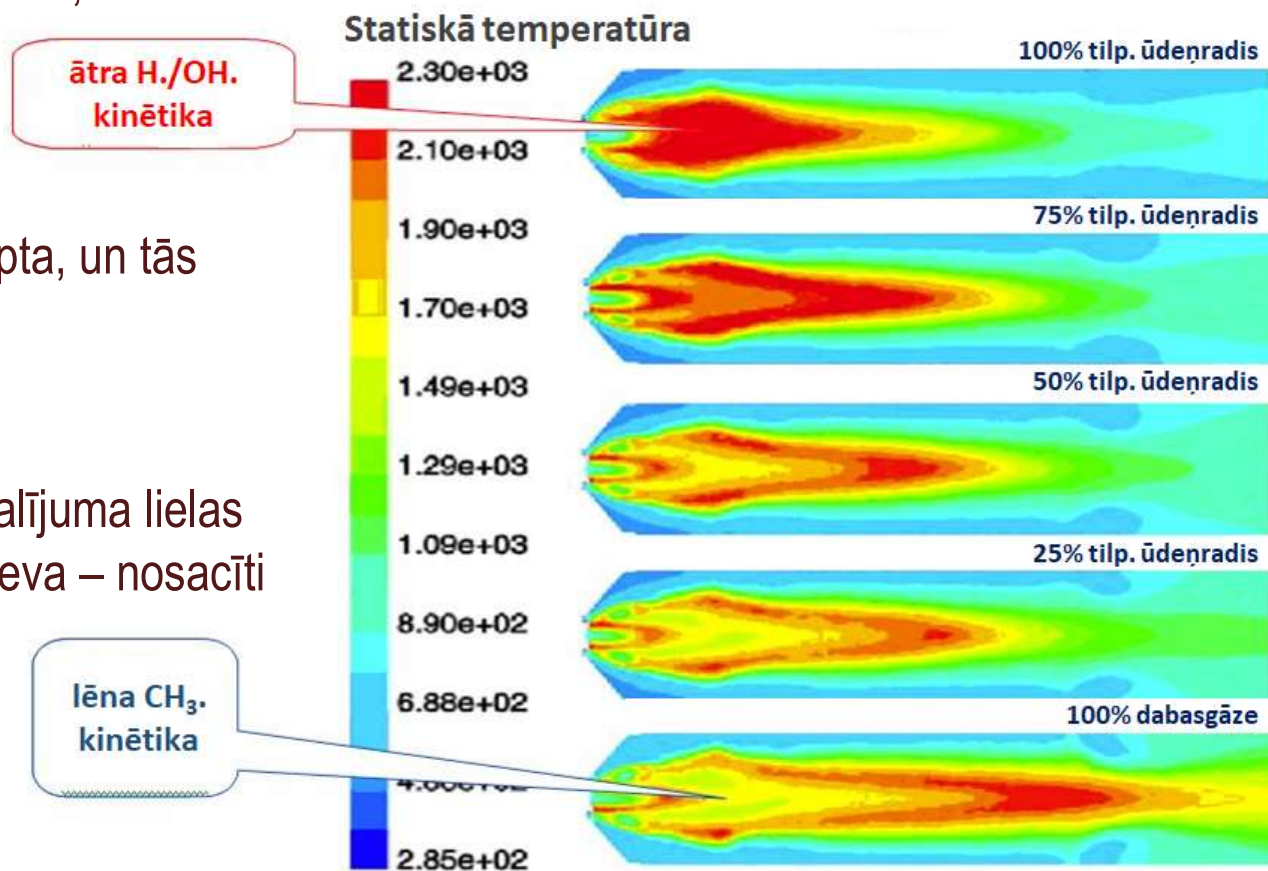
Ūdeņraža piedeva dabasgāzei - liesmas atšķirības

Tīram ūdeņradim liesma ir ļoti koncentrēta, un tās karstākā daļa atrodas tuvu pie degļa (attēlā augšā);

Tīrai dabasgāzei liesma ir vairāk izstiepta, un tās karstākā daļa atrodas tālu no degļa (attēlā apakšā);

Liesmas garuma un temperatūras sadalījuma lielas izmaiņas rada tikai liela ūdeņraža piedeva – nosacīti sākot no 15-20%;

Bez degļa pārveidošanas mājsaimniecības iekārtām maksimālā ūdeņraža piedeva tiek vērtēta kā 10-15%.



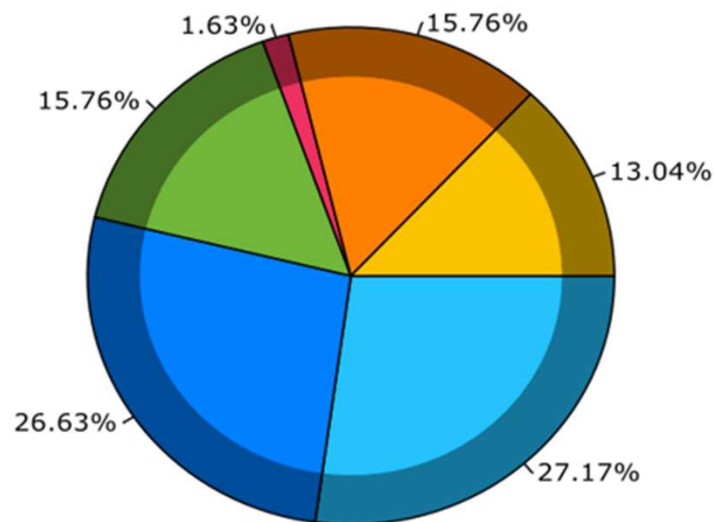
Ūdeņraža tehnoloģijas

Resurss un tā noslodze vienmērīgam patēriņam H ₂ ražošanai	Saražotā elektroenerģija H ₂ ražošanai, GWh/gadā	Potenciālais ūdeņraža apjoms, tonnas/gadā	Nepieciešamā jauda elektrolīzerim, MW
Daugavas HES	2 603	47 327	297,1
Mazo upju HES	51	927	5,8
Vēja turbīnas	177	3 218	20,2
Biomاسas	520	9 455	59,4
Biogāzes stacijas	345	6 273	39,4
Saules enerģija	5	91	0,6
Kopā AER priekš H ₂	3 701	67 291	422,5

No AER saražotā elektroenerģija (GWh) Latvijā un potenciālais saražojamā ūdeņraža apjoms (tonnas), pieņemot ka 1 kg ūdeņraža gāzes iegūšanai nepieciešamas 55 kWh elektroenerģijas

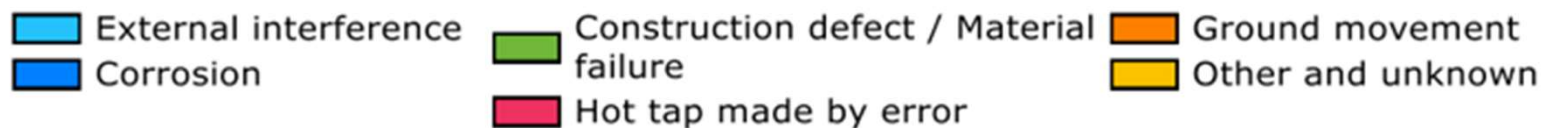
Dabaszgāzes tīklu drošums

Eiropas Savienībā kopumā ir ziņots par 1366 incidentiem gāzes tīklā.



Latvijā no 1991. gada gāzes apgādes sistēmas darbības laikā ir notikušas 3 nozīmīgas maģistrālo gāzes vadu un atzaru avārijas.

Years: 2010 - 2019



Dabaszgāzes tīklu drošums

Piegādes drošības Regula paredz trīs enerģētiskās krīzes līmeņus:

- Agrīnā brīdināšana, kuru izsludina, ja ir pieejama konkrēta, nopietna un ticama informācija, ka var būtiski pasliktināties apgādes situācija un ir ticama trauksmes vai ārkārtas stāvokļa izsludināšana.
- Trauksme, kuru izsludina, ja ir radušies piegādes traucējumi, vai ārkārtīgi liels pieprasījums, bet tirgus ar traucējumiem vēl var tikt galā un ārpustirgus pasākumi vēl nav vajadzīgi.
- Ārkārtas stāvoklis, kuru izsludina, ja pastāv ārkārtīgi liels pieprasījums vai būtiski piegādes traucējumi, visi tirgus pasākumi ir izsmelti, bet pilnīga pieprasījuma apmierināšana vēl arvien nav iespējama un nepieciešams ieviest ārpustirgus pasākumus, it īpaši – aizsargājamo lietotāju apgādei.

Pilsētas patērētāju skaits 100%	Pilsētas patērētāji			
Patērētāju sadalījums pēc MK 312 noteikumu piedāvātiem grozījumiem	Nodrošināmie	Pirmā grupa	Otrā grupa	Trešā grupa
Patēriņa samazinājums 1.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	10%	15%	20%
Patēriņa samazinājums 2.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	15%	20%	30%
Patēriņa samazinājums 3.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	20%	35%	40%

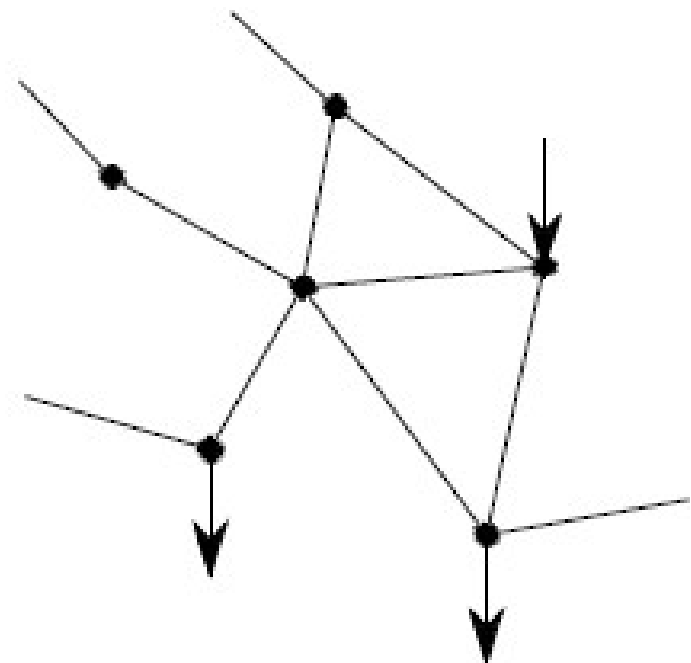
Piedāvātais lietotāju grupu nepieciešamais enerģijas samazinājums, %.

Pilsētas patērētāju skaits 100%	"N" pilsētas patērētāji			
Patērētāju sadalījums pēc MK 312 noteikumiem	Nodrošināmie	Pirmā grupa	Otrā grupa	Trešā grupa
Patēriņa samazinājums 1.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	0%	20%	20%
Patēriņa samazinājums 2.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	20%	40%	100%
Patēriņa samazinājums 3.līmeņa enerģētiskās krīzes laikā	0%	40%	80%	100%

Enerģētisko lietotāju grupu nepieciešamais enerģijas samazinājums pēc MK 312 noteikumiem, %.

Dabaszgāzes pārvades tīkla modelis

- ✓ Kopā 186 mezgli un 245 zari
- ✓ 40 lokāli slodzes mezgli, katrs ar 8 atslodzes apakšgrupām
- ✓ 4 Inčukalna PGK akas galvenā avota lomā
- ✓ 3 tranzīta slodzes mezgli ar spēju pāriet rezerves avota režīmā
- ✓ Iekļauj iespējas modelēt tīklu izejas stāvoklī un pēc:
 - Skulte LNG termināla izbūves
 - Kundziņsalas LNG termināla (16 bar) izbūves
 - Liepājas LNG termināla (16 bar) izbūves
 - MGV Rīga-Viļņa remonta un atgriešanas pārvades tīklā
 - starpsavienojuma izbūves uz Visaginas (LT)
 - starpsavienojuma izbūves uz Naujoji GMS (LT)



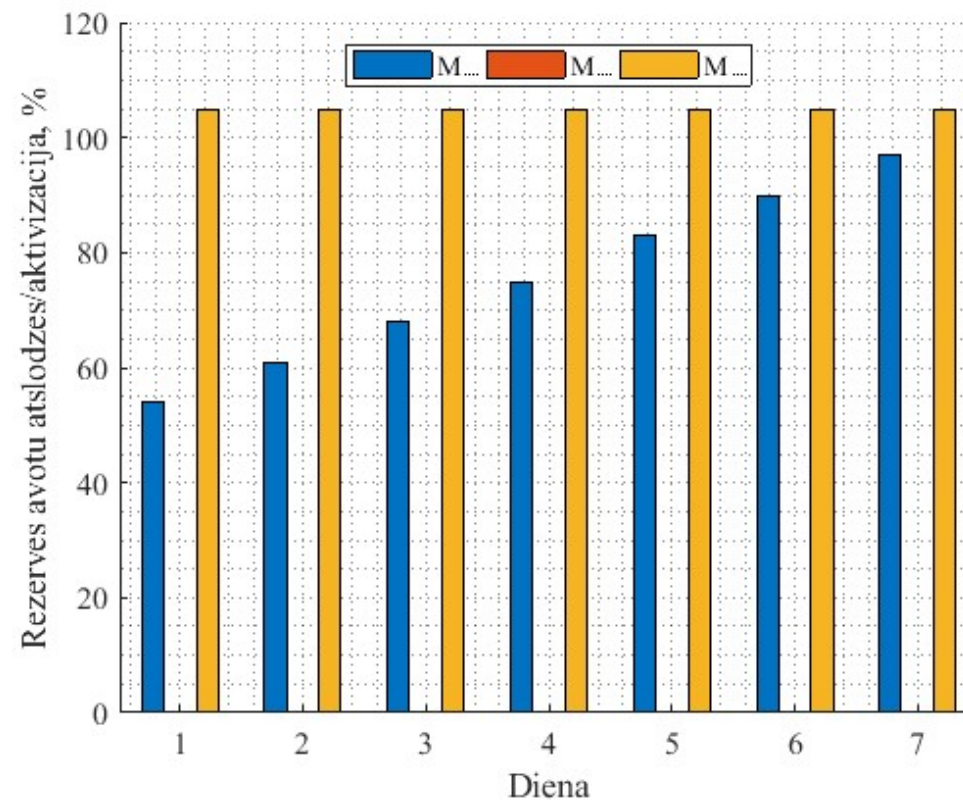
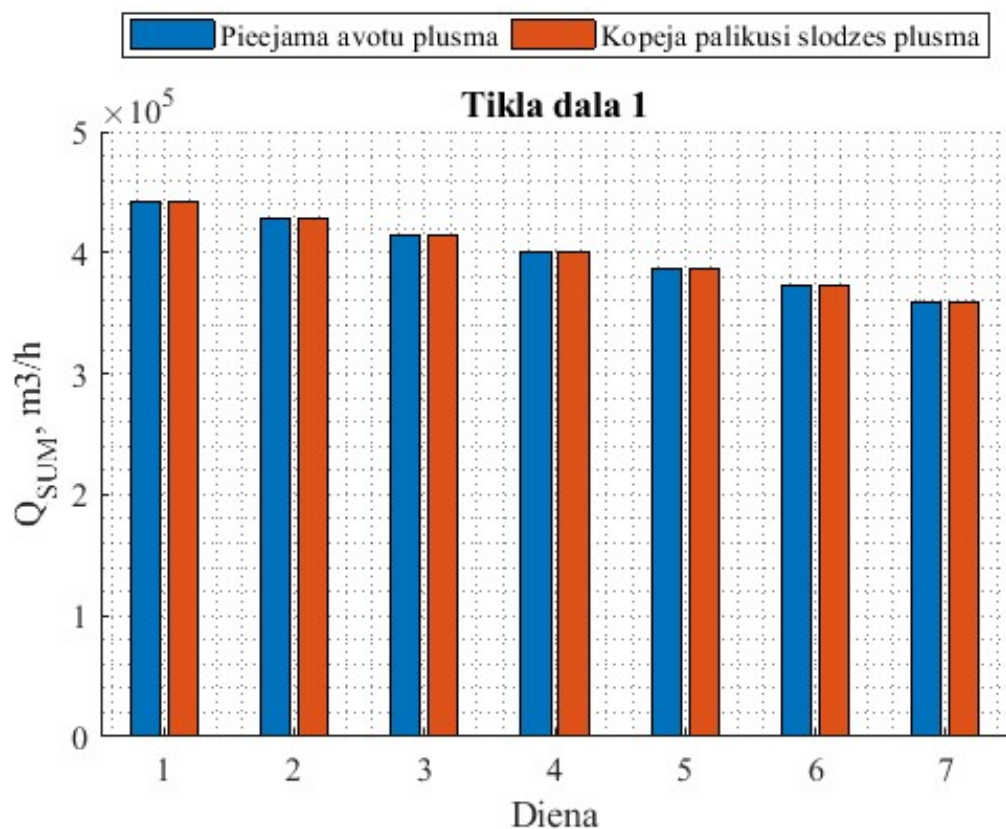
Simulētie atslēgumu un krīžu scenāriji



- ✓ 15 N-1 un 15 N-2 speciāli izraudzīti scenāriji visā tīklā: 1 MGV posms, 1 MGV atzarojums ar lielāko slodzi, 1 GMS, 2 MGV posmi, 1 MGV posms un tā atzarojums ar lielāko slodzi, 2 GMS, 1 GMS un 1 MGV posms
 - ✓ Uzskaitītie scenāriji izskatīti: tīkla izejas stāvoklī, tīklam pēc MGV Rīga-Viļņa atjaunošanas, tīklam pēc Skultes LNG izbūves, tīklam pēc Kundziņsalas LNG izbūves
 - ✓ Bāzes scenārijos riska aprēķinam ievērots: nejaušu bojājumu varbūtības, apzinātu fizisku un kiberuzbrukumu varbūtības, MGV vai tā atzarojuma tehniskā stāvokļa atšķirības, ilgu atslēgumu varbūtība dažādiem N-1 un N-2 scenārijiem
- ✓ Krīžu scenārijs Inčukalna PGK rezervju nozīmīgumam, zaudējot ārējās piegādes: 5 scenāriji tīklam izejas stāvoklī, 4 scenāriji tīklam pēc Kundziņsalas LNG termināla izbūves, ievēro varbūtību aukstuma vilnim martā, visu GMS zaudēšanai un politiski motivētam piegādes pārtraukumam
- ✓ Krīzes scenārijs, Lietuvas gāzes piegādes spējas ietekmei uz TEC darbību konkrēta N-2 scenārija gadījumā: 5 scenāriji TEC kā 1. grupas patērētājiem, 5 scenāriji TEC kā nodrošinātajam patērētājam, ievēro N-2 scenārija un dažādu Lietuvas piegādes spēju varbūtības

Scenāriju pieņēmumi un simulāciju rezultāti

Grafiki N-2 scenārijam, kas sašķel tīklu 2 daļās



Galvenie secinājumi un rekomendācijas

- ✓ Projekts sniedza iespēju paaugstināt zinātnisko kompetenci 29 jomas speciālistiem un sagatavot 34 jaunus speciālistus, tādējādi paaugstinot kvalifikāciju un kapacitāti. Nepieciešams plānot nepārtrauktu pēctecību personāla noturībai pētniecībā.
- ✓ Iesāktiem pētījumiem, sevišķi gāzes drošuma un atjaunīgo resursu (ūdeņraža) jomā ir īpaši augsts potenciāls. To pierāda komandas pieteikto projektu apjoms projekta laikā un pēc tā.
- ✓ Dabaszāze piegādes traucējums var būtiski kaitēt ekonomikai, ražošanai un sabiedrībai. Dabaszāzes piegādes drošums ir valsts dabaszāzes apgādes sistēmas spēja nodrošināt dabaszāzes pieprasījumu, dabaszāzes piegādes traucējumu gadījumā.
- ✓ Tīkla modelēšanas rīki ir svarīgi instrumenti gāzes pārvades tīklu ekspluatācijai, plānošanai un aizsardzībai. Pilna un pilnīga datu bāze ļauj automatizēt analīzi, vizualizēt un novērtēt rezultātus un ievērojami paātrināt analīzes procesu.
- ✓ Veiktajam uz modelēšanu balstītajam pētījumam iespējami vairāki nākotnes attīstības virzieni, piemēram, pieņēmumu korekcijas atbilstoši dotajai ģeopolitiskajai situācijai un kaimiņvalstu piegādes spēju izmaiņām; detalizēta nozīmīgāko esošo scenāriju analīze, elektrisko tīklu mijiedarbības analīze krīzes situācijas, ietverot abu sistēmu modelēšanu u.c.
- ✓ Ūdeņraža tehnoloģijas ir būtisks nākotnes aspekts, bet vēl risināms ir jautājums par liela apjoma ūdeņraža glabāšanu un transportēšanu.
- ✓ Efektīvākā Rīgas TEC darbība ir gadījumos, lai izlīdzinātu elektroenerģijas bilanci, kad nav pieejami vai nepietiekoši ir saules, vēja vai akumulēšanas resursi, ir atteice vai nepietiekoša caurlaides spēja kādai no saitēm.
- ✓ Ieteicama izmaksu un ieguvumu analīze, lai definētu budžetu sektora attīstībai, izvairoties no papildu sloga tautsaimniecībai un maksimāli efektīvi attīstot alternatīvo gāzes sektoru.

The background features abstract geometric shapes. A large maroon triangle points to the right from the left edge, with its tip near the top center. A grey shape is at the top right. Another maroon triangle points to the left from the right edge, with its tip near the bottom center. A grey shape is at the bottom left.

Paldies!