

Bendra šilumos ir elektros gamyba (kogeneracija)

Šilumos gamyba ir taikymas CŠT sistemose



LowTEMP mokymų paketas - APŽVALGA

Įvadas

Įvadas Klimato apsaugos politika ir jos tikslai

Įvadas Energijos tiekimo sistemos ir ŽCŠT

Energijos tiekimo sistemos BJR

Energetikos strategijos ir pilotiniai projektai

Energetikos strategijų ruošimo metodika

Pilotinė energijos strategija – Tikslai ir sąlygos

Pilotinė energetikos strategija – pavyzdžiai

Pilotinės testavimo priemonės

ŠESD emisijų skaičiavimas

GCV skaičiavimas

Finansiniai aspektai

ŽCŠT projektų gyvavimo ciklo kaštai

Ekonominis efektyvumas ir finansavimo spragos

Sutarčių sudarymo ir mokėjimo modeliai

Verslo modeliai ir inovatyvios finansavimo struktūros

Techniniai aspektai

Vamzdinių sistemų

Bendra šilumos ir elektros gamyba (kogeneracija)

Didelės galios saulės šilumos sistemos

Atliekinė ir perteklinė šiluma

Didelės galios šilumos siurbliai

Elektra-j-šilumą ir Elektra-j-X

Šiluminės, saulės ledo ir PCM saugyklos

Šilumos siurblių sistemos

ŽT ir grindinis šildymas

Buitinio vandens gamyba

Vėdinimo sistemos

Gera praktika

Gera praktika I

Gera praktika II

- Įvadas į kogeneraciją
- Pagrindiniai kogeneracijos veikimo principai
- Kogeneracijos įrenginiai
- Kogeneracijos technologijos ateities perspektyvos

1. Įvadas į bendrą šilumos ir elektros gamybą (kogeneraciją)

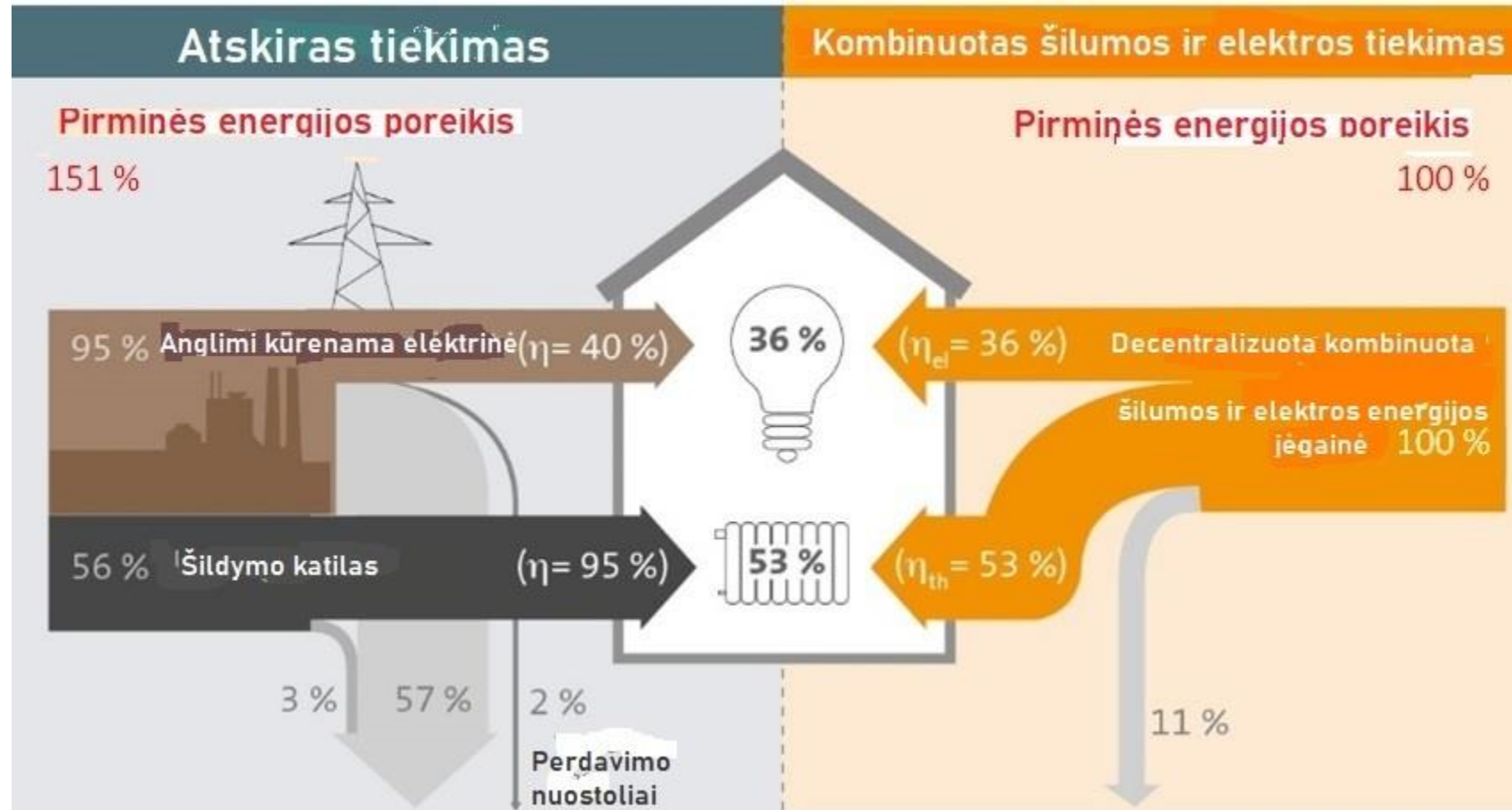
Įvadas į bendrą šilumos ir elektros gamybą (kogeneraciją)

„ji generuoja **šilumą** ir **elektrą**“ arba

„ji generuoja **elektrą** ir **šilumą**“

- Lygiagretus elektros ir šilumos generavimas didina energijos efektyvumą, o taip pat mažina CO₂e emisijas
- Kogeneracija turi kelias galimybes sumažinti priklausomybę nuo iškastinio kuro
- Nesipriešina bendram tikslui integruoti atsinaujinančius išteklius į šilumos tiekimo sektorių
- Kogeneracija yra pritaikoma nepriklausomai nuo energijos šaltinio
- Pirminės energijos taupymo potencialas sudaro iki 30%, o, kalbant apie šildymo rinką, netgi iki 70%

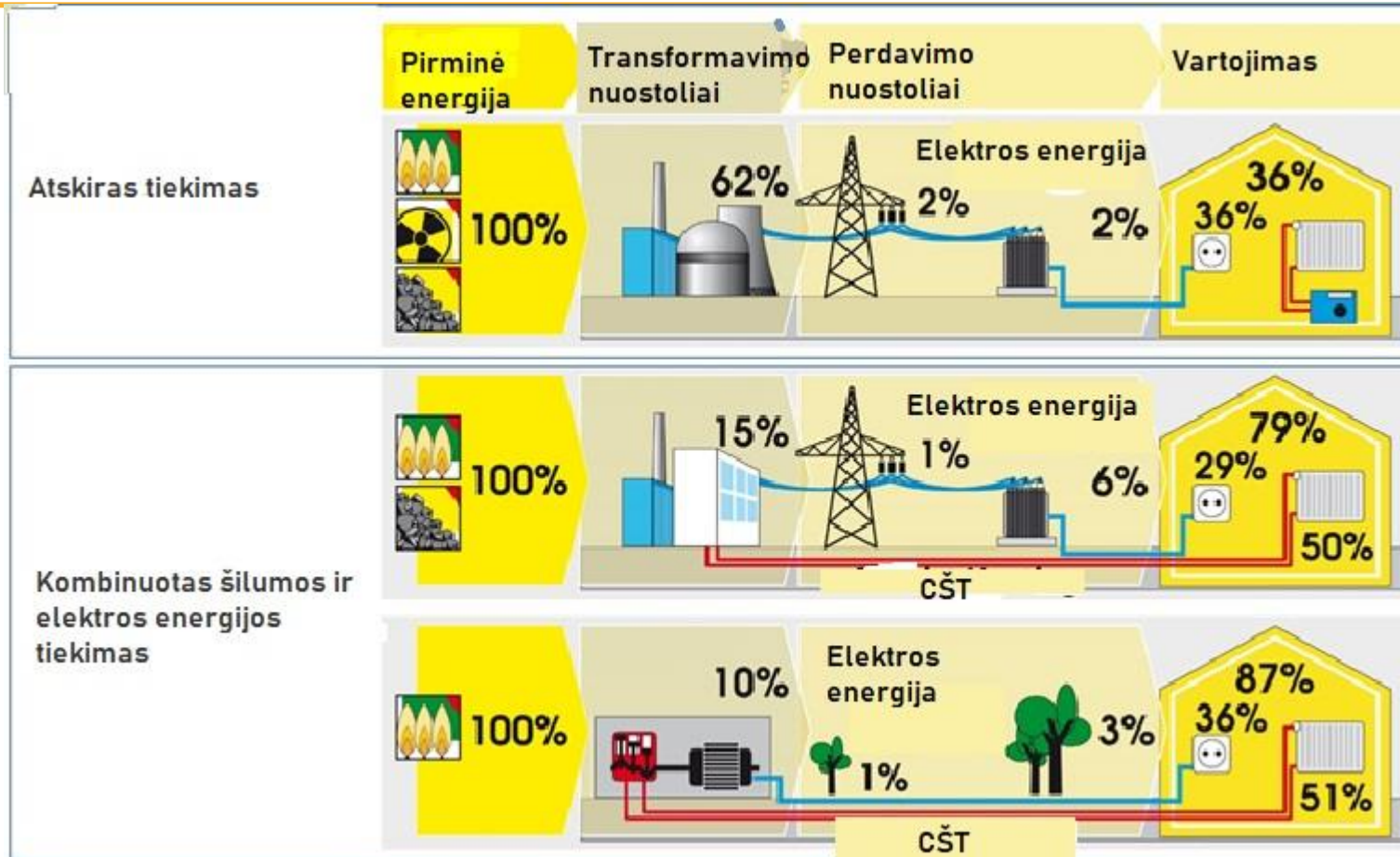
Įvadas į bendrą šilumos ir elektros gamybą (kogeneraciją)



1 pav: Kogeneracijos nauda – įprastos energijos ir kogeneracijos tiekimo palyginimas pirminės energijos vartojimo atžvilgiu. Šaltinis: ASUE2o, išversta [2]

2. Pagrindiniai kogeneracijos veikimo principai

Pagrindiniai veikimo principai

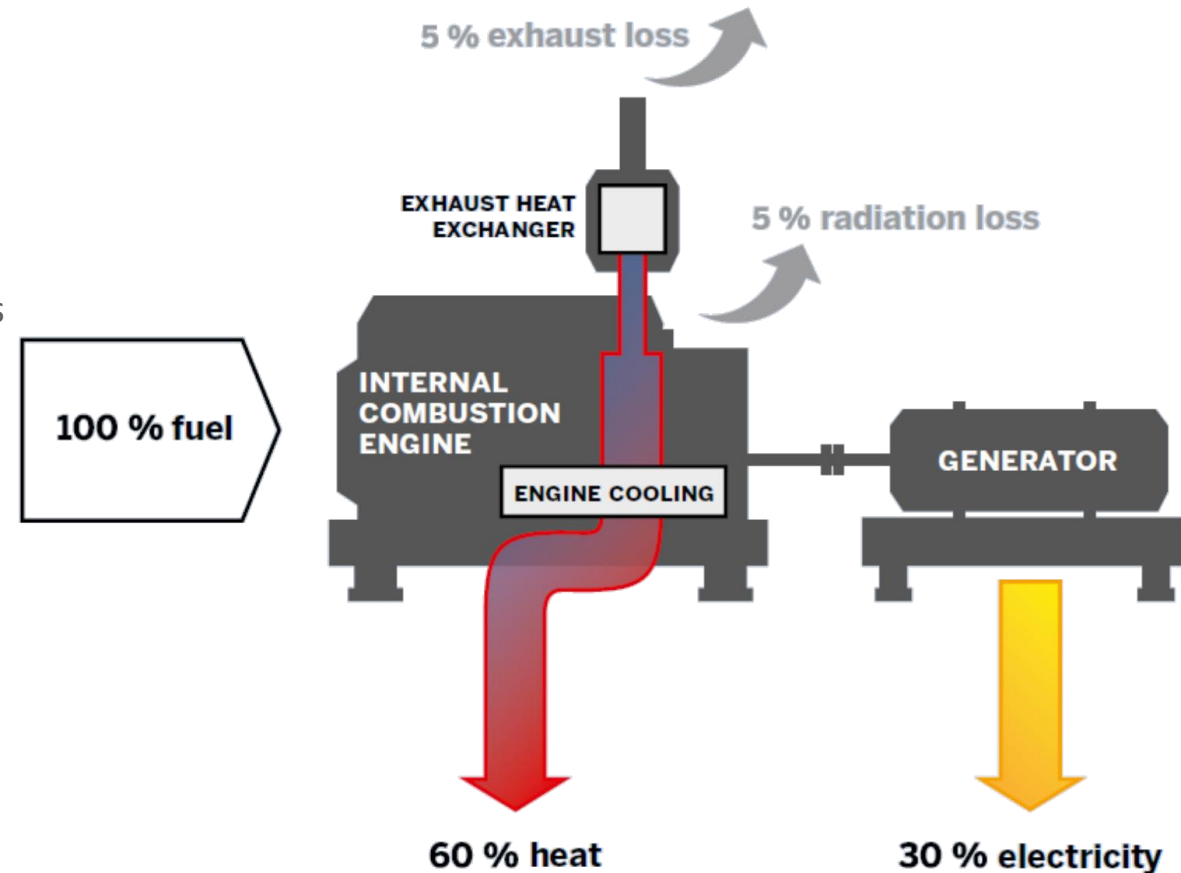


- 100 % kuro energijos gali būti konvertuojama į daugiau kaip 90 % efektyvią energiją
- Įprastų elektrinių naudojimas efektyvus tik apie 35-59%

2 pav.: Grynios energijos tiekimo ir taip pat centralizuoto ir decentralizuoto kogeneracijos energijos srautas. Šaltinis: ASUEgg [12]

Pagrindiniai veikimo principai

- Lygiagreti šilumos ir elektros gamyba
 - Fiksuotas šilumos ir elektros gamybos santykis
 - Naudojant šilumos ir elektros energiją
 - Efektyvumas išauga iki 90 % lyginant su įprasta elektros energijos gamyba
 - Veikimo principai
 - Valdomas elektros energijos gamybos,
 - Valdomas šilumos gamybos,
 - Komutacinis valdymas
- Optimalūs efektyvumai pasiekiami tik veikiant šilumos gamybos valdomu režimu



3 pav.: Energijos vartojimas bendroje šilumos ir elektros gamyboje (Šaltinis: EnergieAgentur.NRW GmbH: 2016), išversta [3]

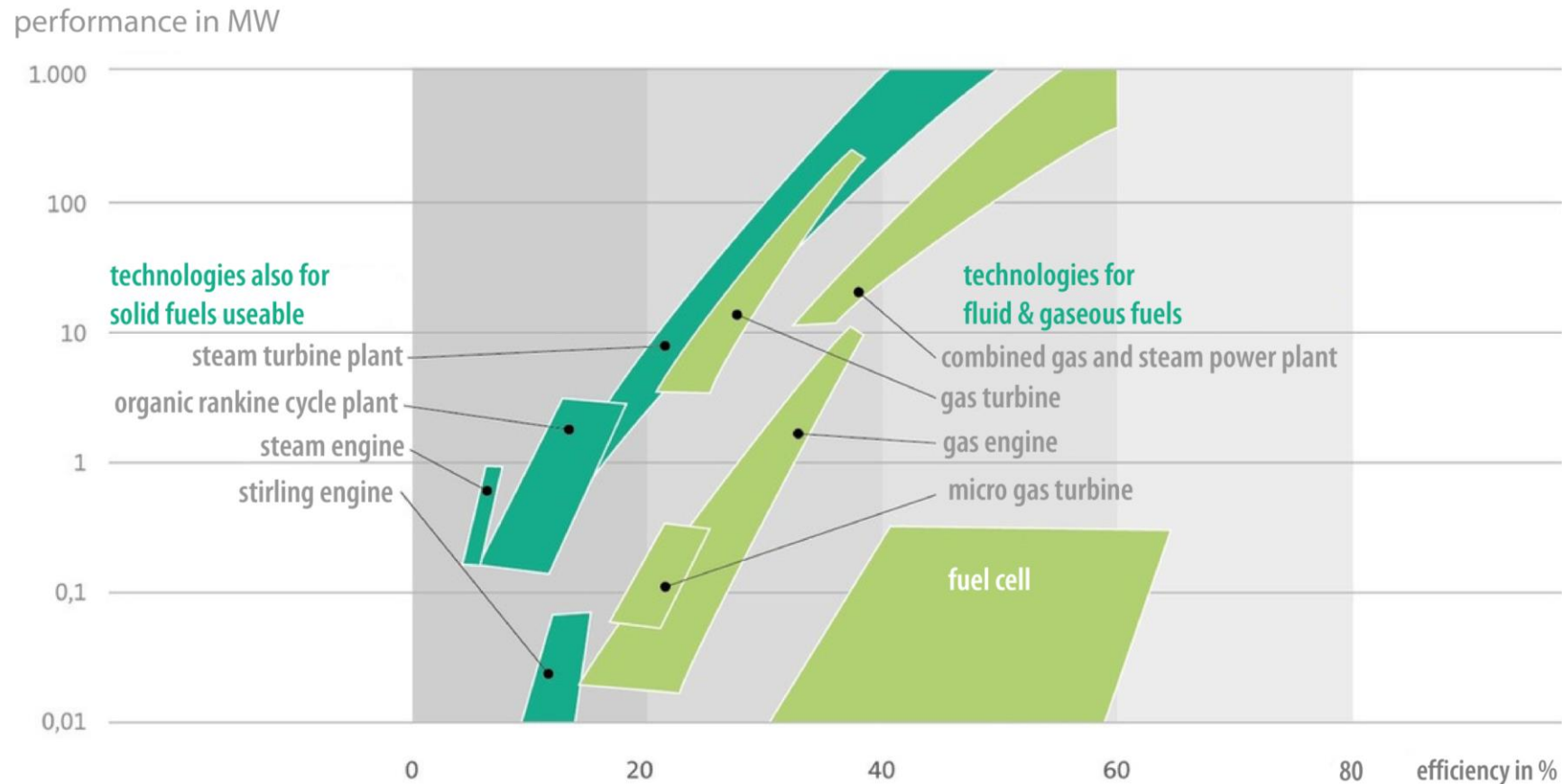


Įvairių kogeneracijos veikimo tipų apžvalga

Valdymas	Principas	Privalumai	Trūkumai
Valdomas šilumos gamybos	Nustatoma pagal šilumos poreikį	Didžiausiai kuro išnaudojimo laipsnis	Mažesnis elektros energijos generavimas
Valdomas elektros energijos gamybos	Nustatoma pagal elektros energijos poreikį	Aukščiausiai elektros energijos gamybos laipsnis	Mažesnis panaudojimas
Linija komutuojama	Nustatoma pagal tinklos reikalavimus	Prideda prie elektros tinklo stabilumo Energinis balansavimo rinkodara	

1 lentelė: Įvairių kogeneracijos valdymo tipų apžvalga Šaltinis: Getec, 2020 [4]

Kogeneracijos taikymas – Elektros galių klasifikacija

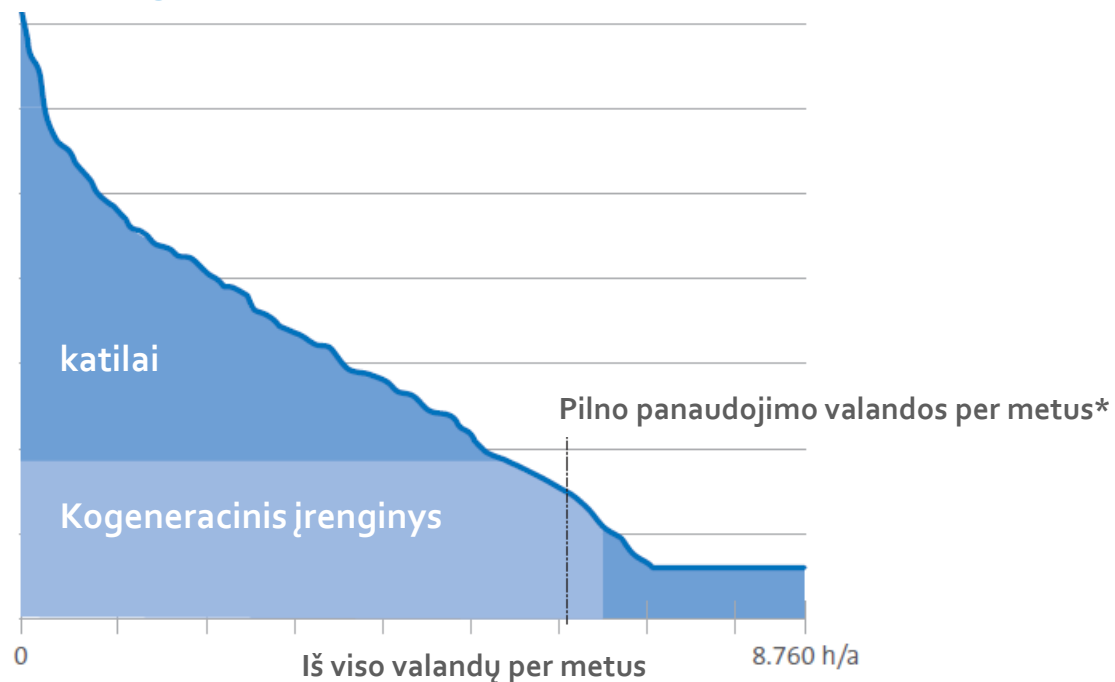


5 pav.: Įvairios kogeneracinių įrenginių technologijos. Našumo priklausomybė nuo efektyvumo Šaltinis: ASUE16 [8]

Kogeneracijos įrenginių dydžio ir matmenų nustatymas

Užsakyta metinė šilumos poreikio apkrovos kreivė
(patalpų šildymui & karštam vandeniui)

Šilumos gamyba kW



*Metinių darbo valandų suma esant paskaičiuota nominaliai elektros energijai.

6 pav: Pavyzdinės CHP įrenginio darbo valandos ir matmenys Šaltinis: ASUE, 2015 [9]

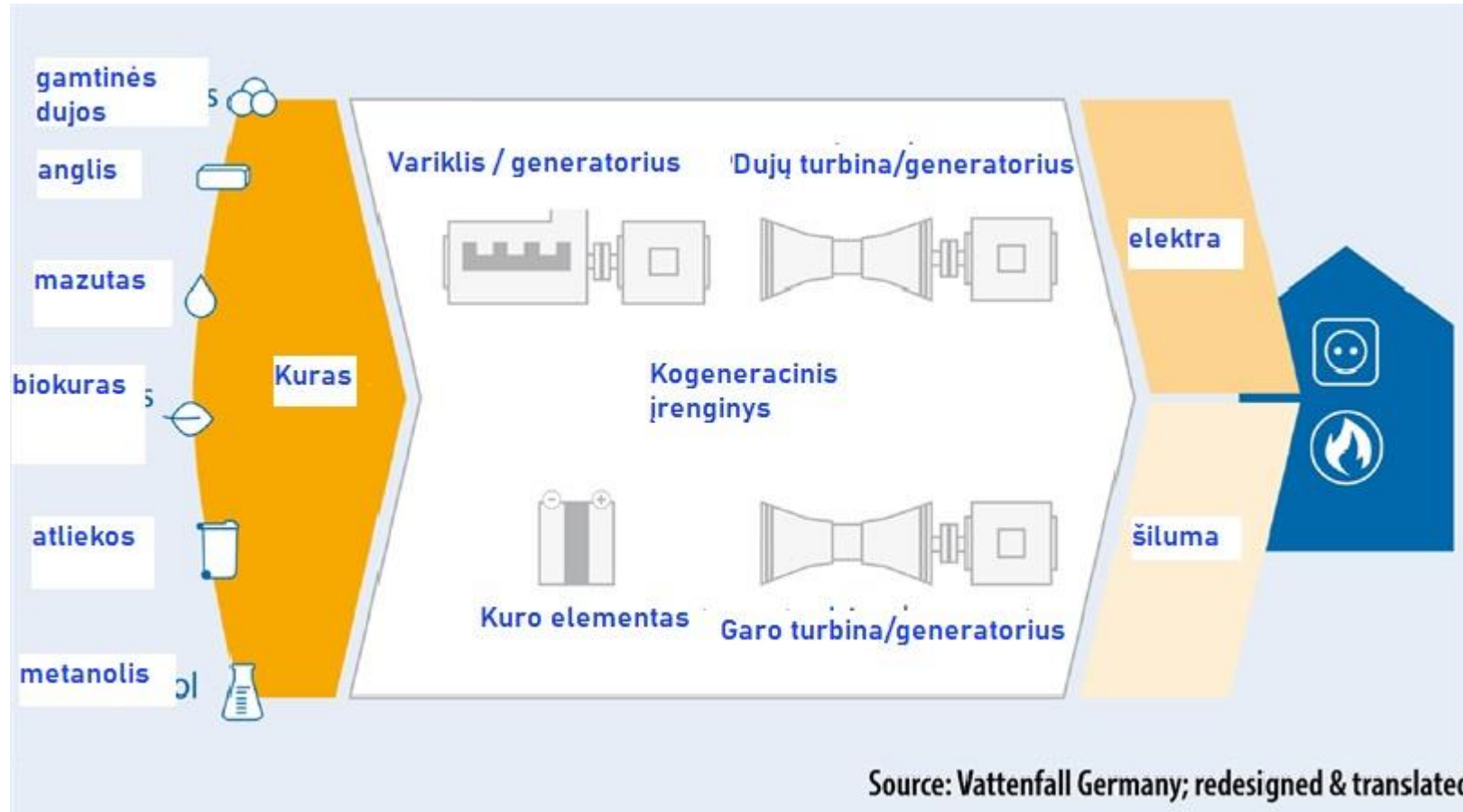
- Teisingas matmenų nustatymas užtikrina ilgą veikimo trukmę ir didelį darbo valandų skaičių per metus
- Apie 20 % šiluminės nominalios kogeneracinio įrenginio galios turėtų būti naudojama kaip pagrindas skaičiavimui ir planavimui
- Bazinė apkrova ir 50 % reikiamo metinio šilumos poreikio yra efektyviai padengiama
- Likęs šilumos poreikis paprastai padengiamas katilais arba papildomais šilumos šaltiniais

3. Kogeneracinių įrenginių apžvalga

Kogeneracija, besiskirianti naudojamu kuru ir taikymo sritimis



LowTEMP2.0



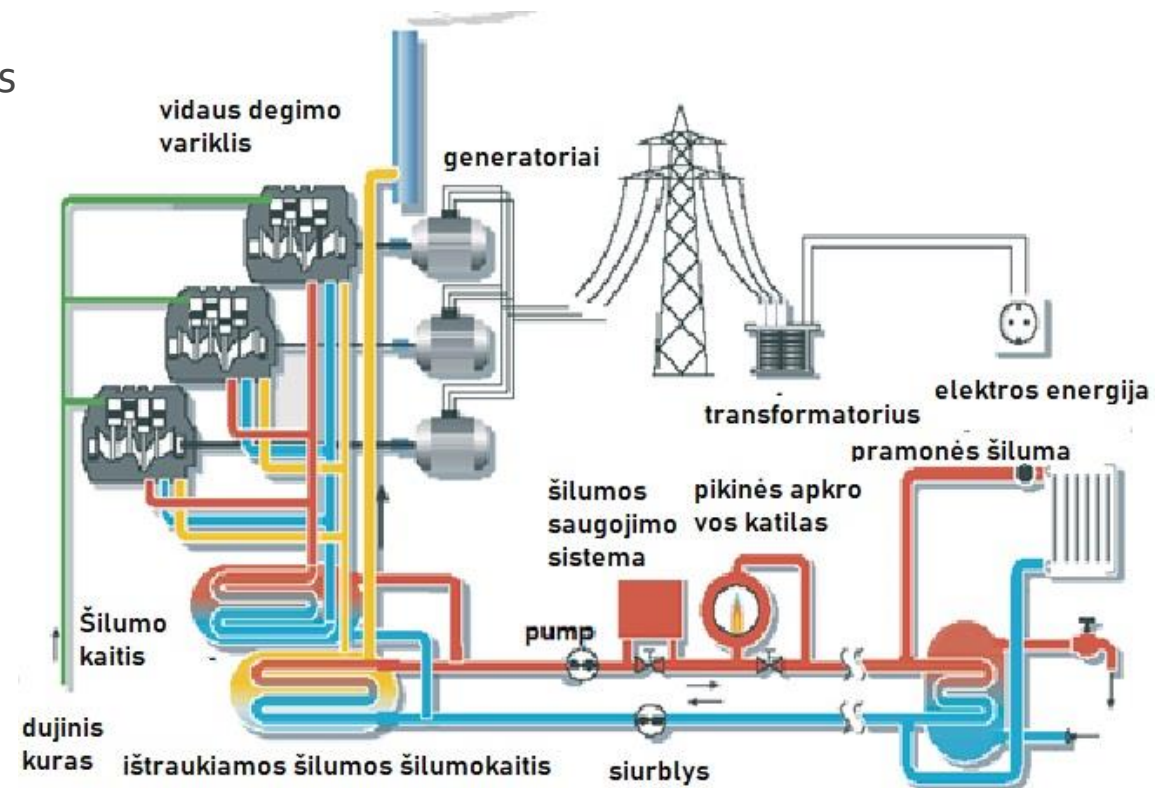
7 pav.: Įvairių naudojamų kuro rūšių tiekimo grandinė elektrai ir šilumai gaminti, naudojant įvairius kogeneracinius įrenginius (Šaltinis: Vattenfall Vokietija [10])

Vidaus degimo varikliai

- Standartinis degimas, paprastai papildo katilus pikinės apkrovos metu
- Šiluma iš vandens ir tepalo aušinimo procesų pasiekia 80-90°C temperatūrą
- Išmetimo dujų temperatūros yra pakankamai aukštos garo gamybai

Eksploatacijos charakteristikos

- Dažniausiai tvirtas elektros ir šilumos gamybos apjungimas
- Variklių moduliai bendrai eksploatuojami nominalia apkrova
- Patobulinama su moderniomis valdymo sistemomis ir/arba šilumos saugyklomis
- Eksploatacija be pastovios priežiūros galima iki 72 valandų



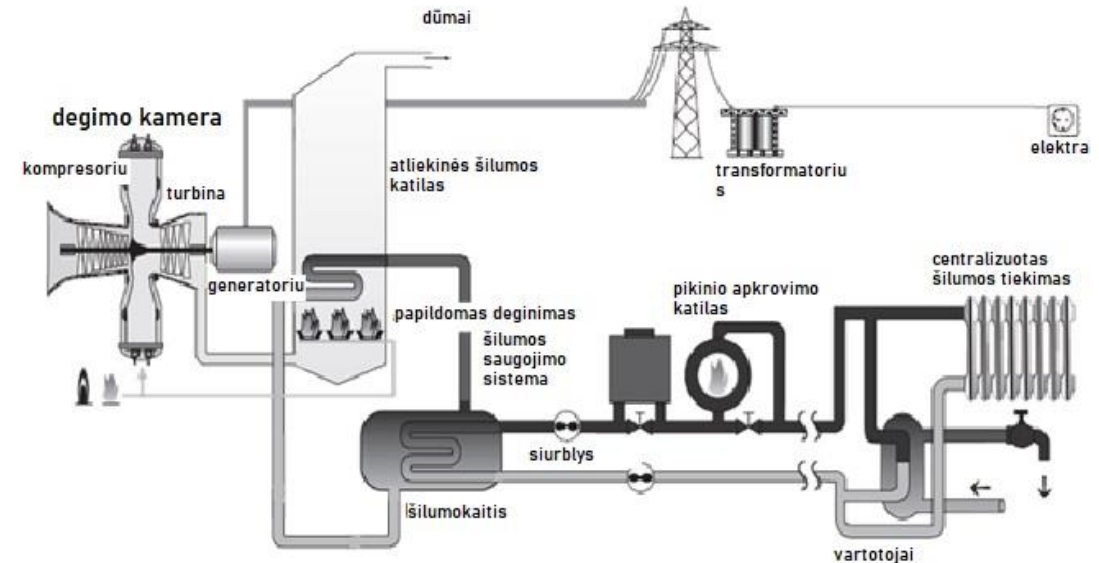
8 pav.: Bendra elektrinėje veikiančių kogeneracinių įrenginių schema. Keletas variklių veikia kartu ir gamina elektrą ir šilumą, kai poreikis labai didelsi
Šaltinis: AGFW11

Dujų turbinos

- Sistemą sudaro viena ar daugiau dujų turbinų
- Šilumos naudojimas vykdomas atliekinės šilumos katile be pagalbinio deginimo
- Su darbu susijusios elektros energijos vertės $0,5 - 0,8 \text{ kWh}_{el}/\text{kWh}_{th}$
- Dujų turbinos naudoja $400-600^\circ\text{C}$ šilumą iš išmetamųjų dujų
- Įrenginiai yra gerai išvystyti, kompaktiški, aukšto efektyvumo

Pagrindinės charakteristikos:

- Pigios eksploatacijos sąlygos (pradinis veikimas, automatika)
- Elektros energijos atskyrimas šilumos gamybai
- Kompaktiškas dydis
- Mažos investicijos
- Maži personalo poreikiai dėl aukšto automatizavimo lygio

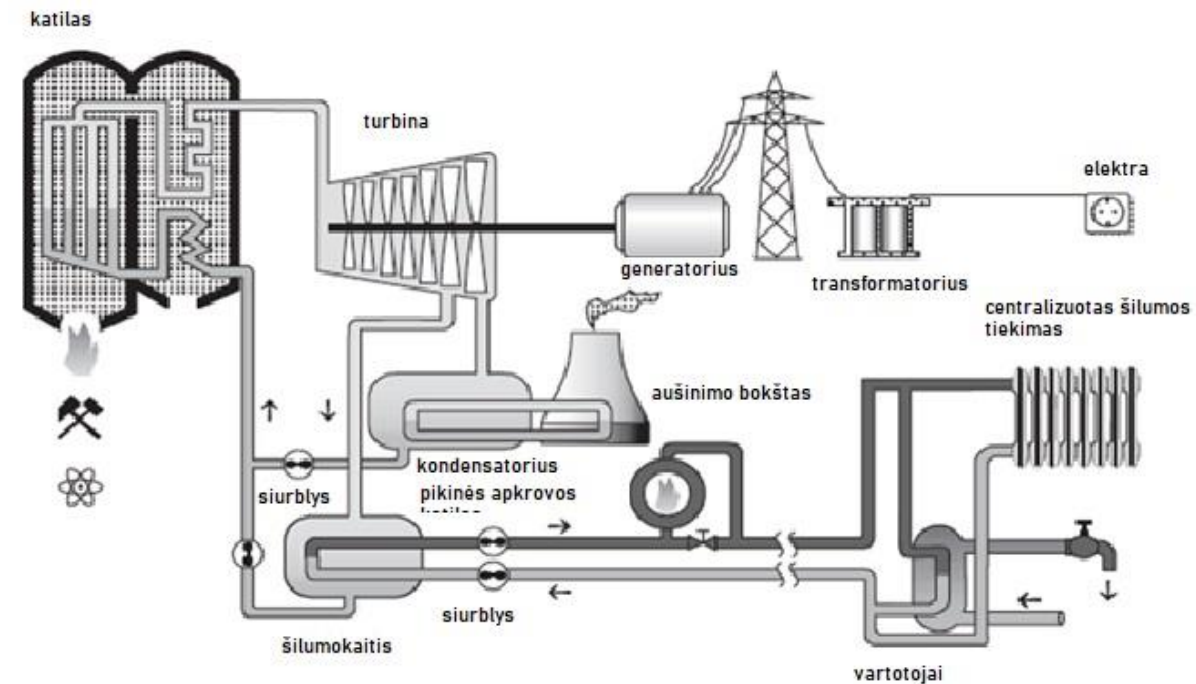


9 paveikslas: Pavyzdys, kaip atskirti centralizuotą šilumos tiekimą nuo dujų turbinos elektrinės Šaltinis: AGFW11

Garo / kondensacinė turbina

Eksploatacinės charakteristikos

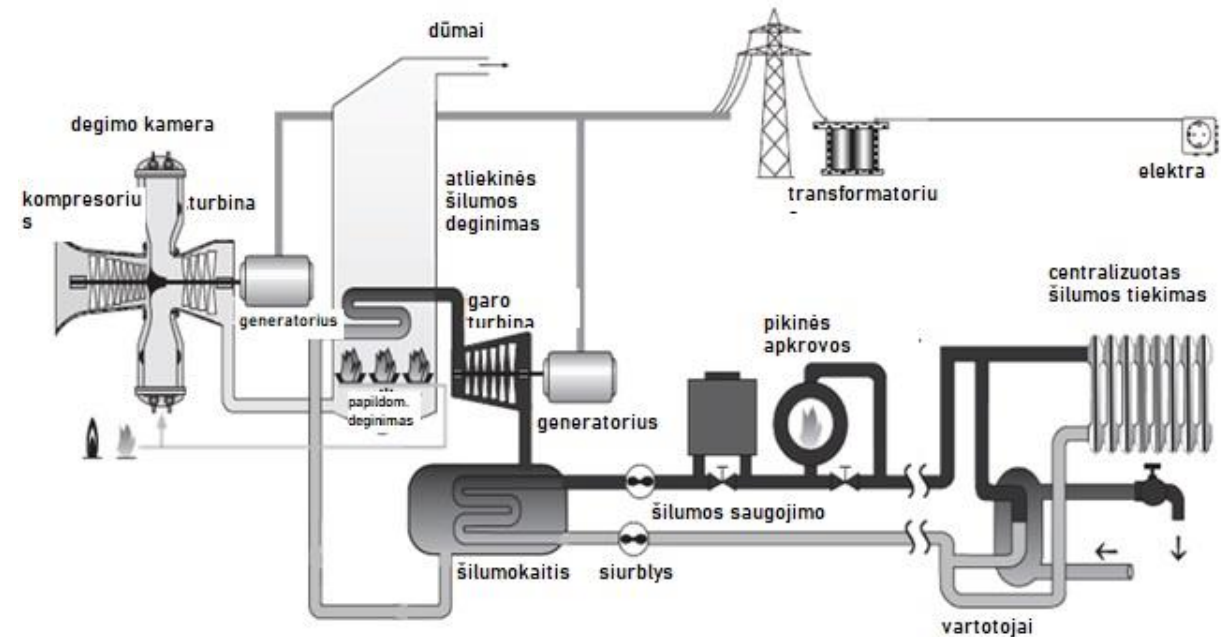
- Vanduo transformuojamas į garą katilo sistemos viduje
- Garo plėtimosi turbinoje metu garo energija konvertuojama į judesį, kuris transformuojamas į elektros energiją
- **Šilumos gamybai** egzistuoja du skirtingi būdai:
- Šilumos atskyrimas nuo elektros jėgainės proceso
- Perteklinės šilumos iš kondensacijos proceso naudojimas



10 pav.: Pagrindinis kondensacinės jėgainės veikimo principas Šaltinis: AGFW11

Kombinuoto ciklos dujų turbinos (KCGT) jėgainė

- Dujų turbinos koncentruojasi į elektros energijos gamybą (65-80%)
- Dūmų panaudojimo šiluma gali būti žemos temperatūros
- Ribotos dūmų charakteristikos
- Su darbu susijusios elektros energijos vertės $0,8 - 1,2 \text{ kWh}_{el}/\text{kWh}_{th}$
- Nereikia papildomo šilumos šaltinio garo turbinos procesui → didelis energijos išnaudojimas

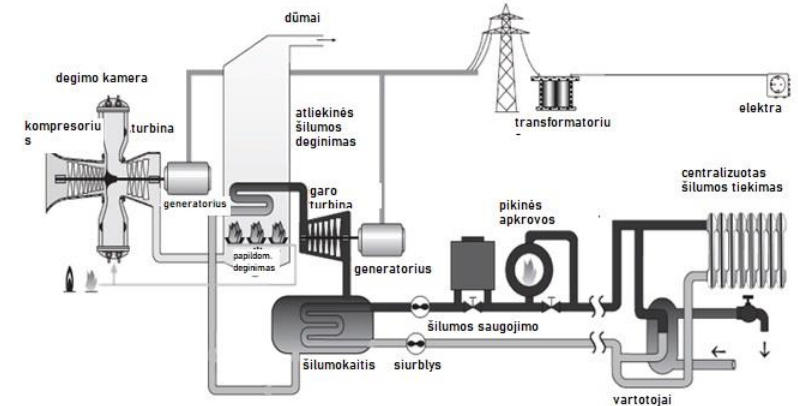


11 pav.: Centralizuoto šilumos tiekimo atskyrimas nuo dujų ir garo jėgainės Šaltinis: AGFW11

Kombinuoto ciklos dujų turbinos (KCGT) jėgainė

Detalus paaiškinimas, kaip veikia sujungti dujų turbinos- ir garo turbinos procesai

- Kombinuojamos viena (ar daugiau) dujų turbinos ir viena (ar daugiau) garo turbinos
- 400-600°C dūmai (išmetimo dujos) gamina gyvą garą, kurio parametrai 40-80bar/350-540°C
- Garo turbina sujungta su šilumokaičiais ir CŠT tinklu
- Papildomas deginimas didina garo turbinos ir/arba CŠT elektros galią



12 pav.: Centralizuoto šilumos tiekimo atskyrimas nuo dujų ir garo jėgainės Šaltinis: AGFW11

Atliekinės šilumos proceso charakteristikos

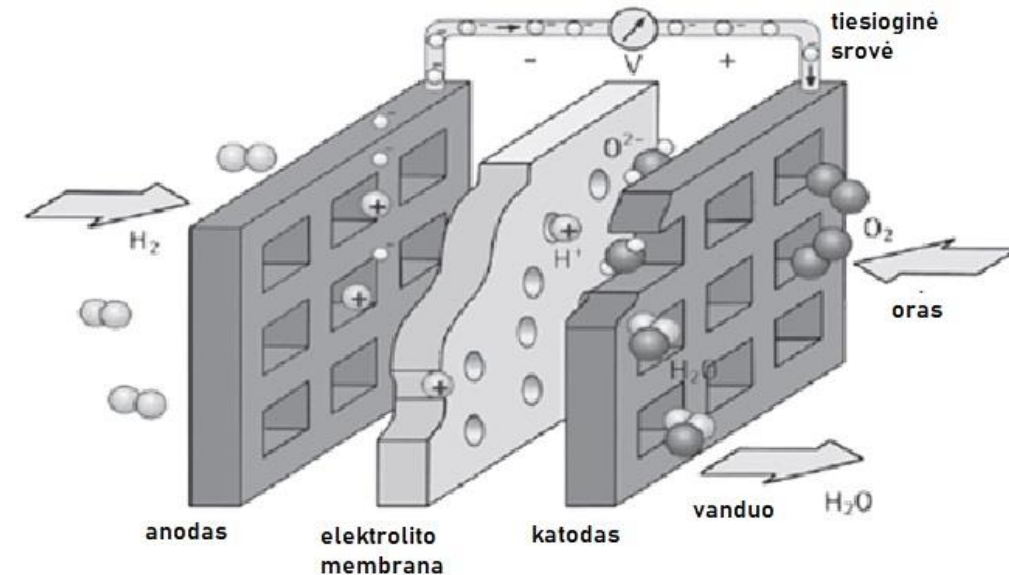
- Nereikia papildomo šilumos šaltinio garo turbinos procesui
- Reikia mažai personalo
- Santykinai mažos investicijos
- Plokščia kreivė specifinio šilumos vartojimo elektrinės dalinės apkrovos srityje

Kuro elementai

- Tiesioginė apjungta elektros energijos ir šilumos generacija be mechaninės energijos
- Valdoma vandenilio ir deguonies virtimo į vandenį reakcija
- Elektros energija generuojama labai efektyviai per šį elektrocheminį procesą ir jis yra gerai valdomas
- Priklausomai nuo kuro elemento technologijos gaunami įvairūs naudojamos atliekinės šilumos temperatūrų lygiai
- Kuro elementai diferencijuojami pagal savo technologiją ir/arba veikimo temperatūrą (žema, vidutinė, aukšta)

Tobulinimo sritys:

- Optimizuojama medžiaga, elemento gyvavimo laikas, investicijos ir periferinės išlaidos



13 pav.: Vandenilio kuro elemento principinis veikimas
Šaltinis: Vaillant Remscheid [11]

4. Kogeneracinės technologijos ateities perspektyvos

Kogeneracinės technologijos ateities perspektyvos

Naujausios kogeneracijos technologijos ir ateities potencialas

- Pastaraisiais metais vyko sparti kogeneracinių jėginių plėtra
- Kogeneracijos taikymas prisidėjo prie energijos ir šilumos transformacijos keliais būdais
- Tai lankstus sprendimas, siekiant pritaikyti daugiau atsinaujinančių energijos išteklių ateityje
- Tai svarbi sąsaja bendradarbiauti elektros energijos, dujų ir šildymo sektoriams

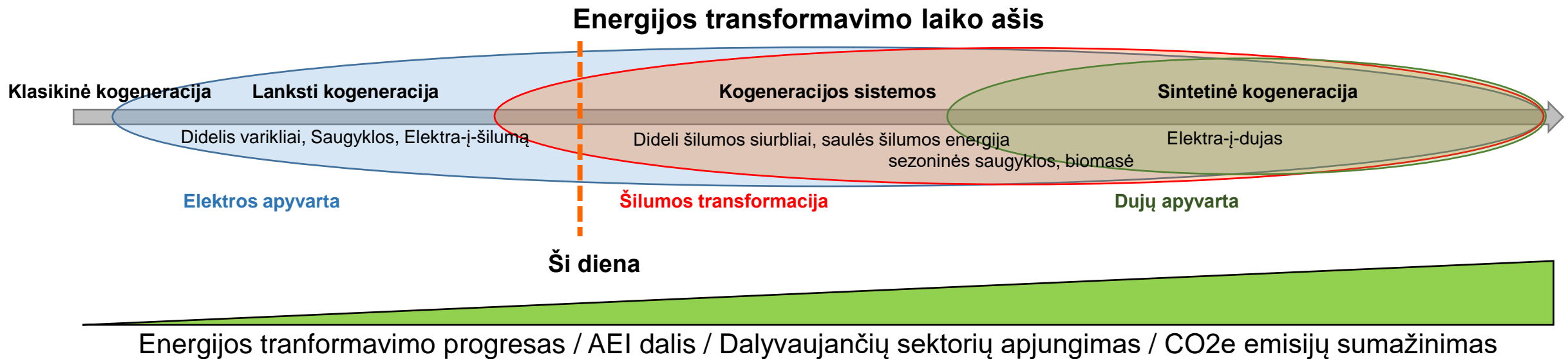
Reikalingi pokyčiai!

- dauguma kogeneracinių sistemų vis dar naudoja iškastinį kurą
- reikalingos alternatyvos ir jos turi būti įgyvendinamos taip pat ir šiuo metu egzistuojančiose jėgainėse

Kogeneracinių technologijų ateities perspektyvos

Galimi atsinaujinantys energijos ištekliai

- Biokuro ir nuotekų dujų naudojimas
- Vandenilio ar metano, pagamintų iš atsinaujinančios energijos (taip vadinamų sintetinių dujų) naudojimas



14 pav.: Energijos transformavimo laiko ašis ir kogeneracijos vaidmuo Šaltinis: AGFW 2019

- [1] Erdgas Südwest, Hajo Bauer. <https://www.energie-und-management.de/nachrichten/kwk/detail/kwk-optimierung-mit-kuenstlicher-intelligenz-138411>
- [2] Asue 2020. <https://www.asue.de/node/2880>
- [3] EnergieAgentur.NRW GmbH: 2016; translated; https://www.energieagentur.nrw/content/anlagen/B_EA453en.pdf
- [4] Getec 2020. <https://www.getec-energyservices.com/Home/Technologies/CHP-units/>
- [5] Asue 2015. https://www.gemeindewerke-huenxe.de/fileadmin/gelsenwasser_de/content/waerme/dateien/broschuere_waerme-plus_asue_bhkw-fibel-2012.pdf
- [6] Shentongroup. <https://www.shentongroup.co.uk/products/combined-heat-power/>
- [7] R. Zahoransky: *Energietechnik - Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf*. 8. Überarbeitete und ergänzte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.
- [8] Asue 16. <https://asue.de/node/2587>
- [9] Asue 15.
https://asue.de/blockheizkraftwerke/grafiken/geordnete_jahresdauerlinie_des_waermebedarfs_waermebedarfsdeckung_durch_bhkw_und_kesselanlagen
- [10] Vattenfall Germany. <https://group.vattenfall.com/de/zukunft/kraft-waerme-kopplung>
- [11] Vaillant Remscheid. Quoted after https://www.bhkw-infozentrum.de/innovative/bz_gl.html
- [12] Asue 99. https://asue.de/blockheizkraftwerke/grafiken/energieflu-esse_bei_der_reinen_stromerzeugung

AGFW-Project GmbH

Project company for rationalisation,
information & standardisation

Georg Bosak

Department of urban development

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main
Germany

E-mail: info@agfw.de

Tel: +49 69 6304 - 247

www.agfw.de