AVGO GROUP
TRAINING AND CONSULTING

BIOKURO PANAUDOJIMAS ŠILUMOS ŪKYJE: ATEITIES PERSPEKTYVOS,PROBLEMATIKA, GAMYBOS OPTIMIZAVIMO GALIMYBĖS
2017-05-03

1

NAUJI REIKALAVIMAI VIDUTINĖS GALIOS KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ TERŠALŲ EMISIJOMS

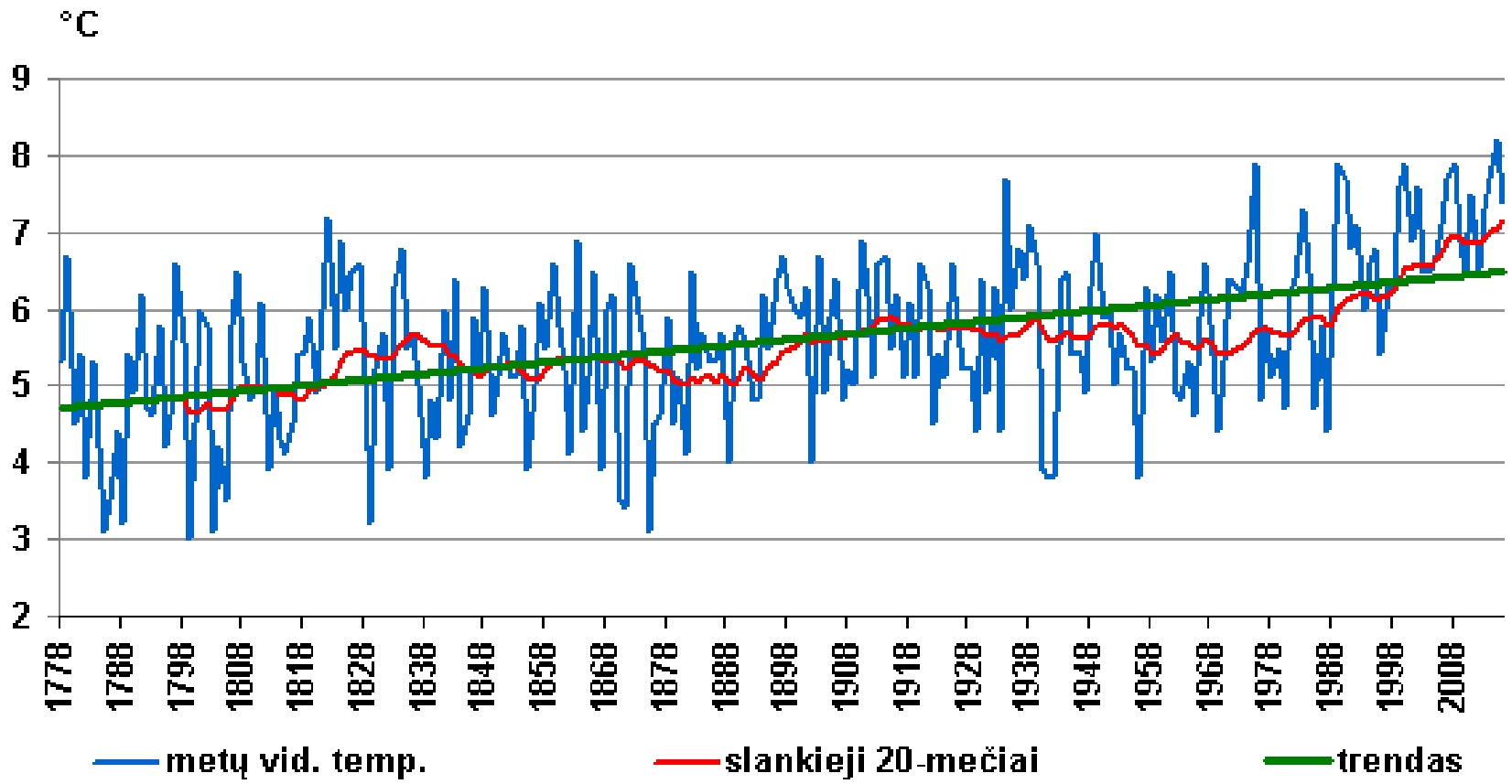
Dr. Kęstutis Buinevičius

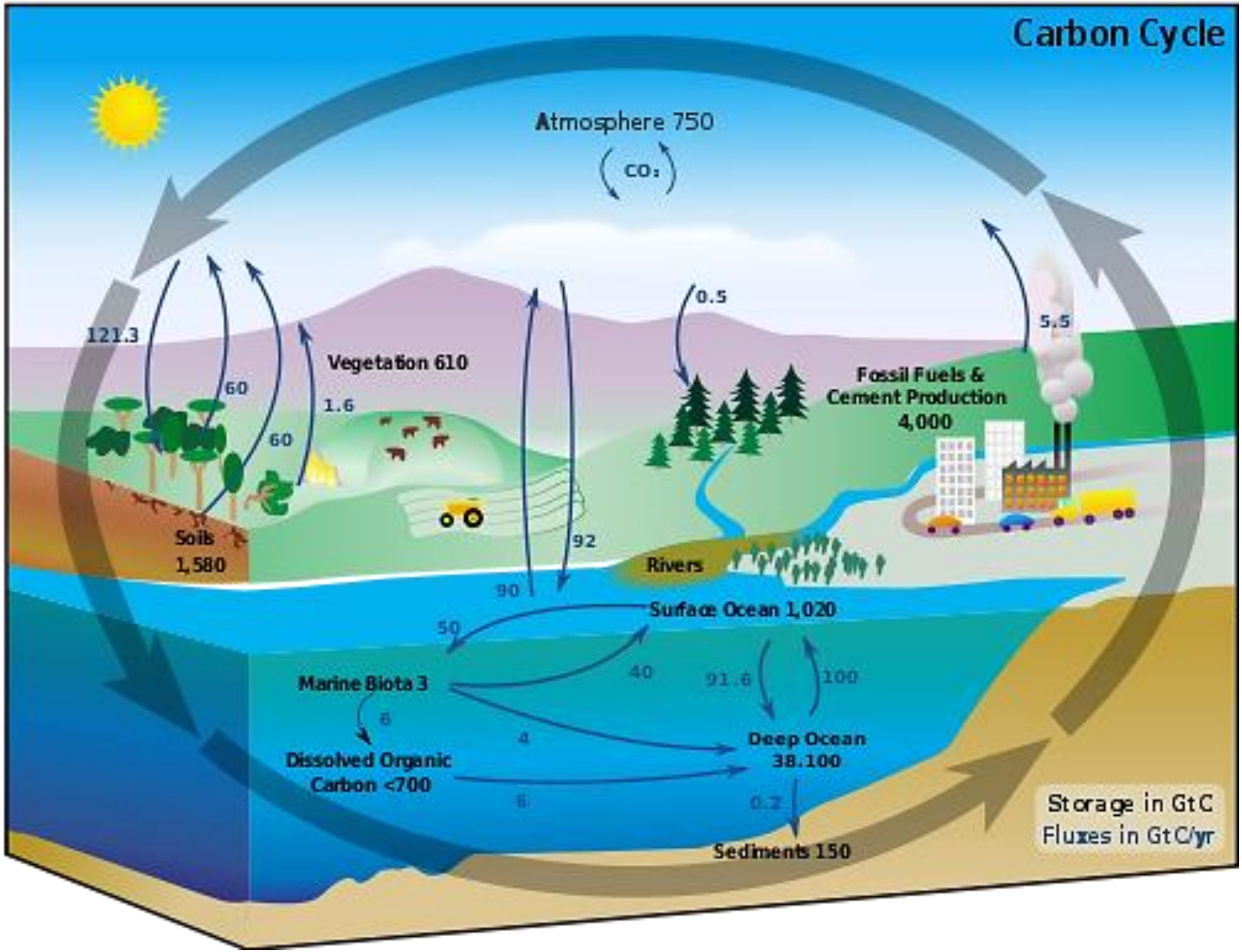
Kauno technologijos universitetas
Šilumos ir atomo energetikos katedra

„Enerstena“ Mokslinių tyrimų ir vystymo centras

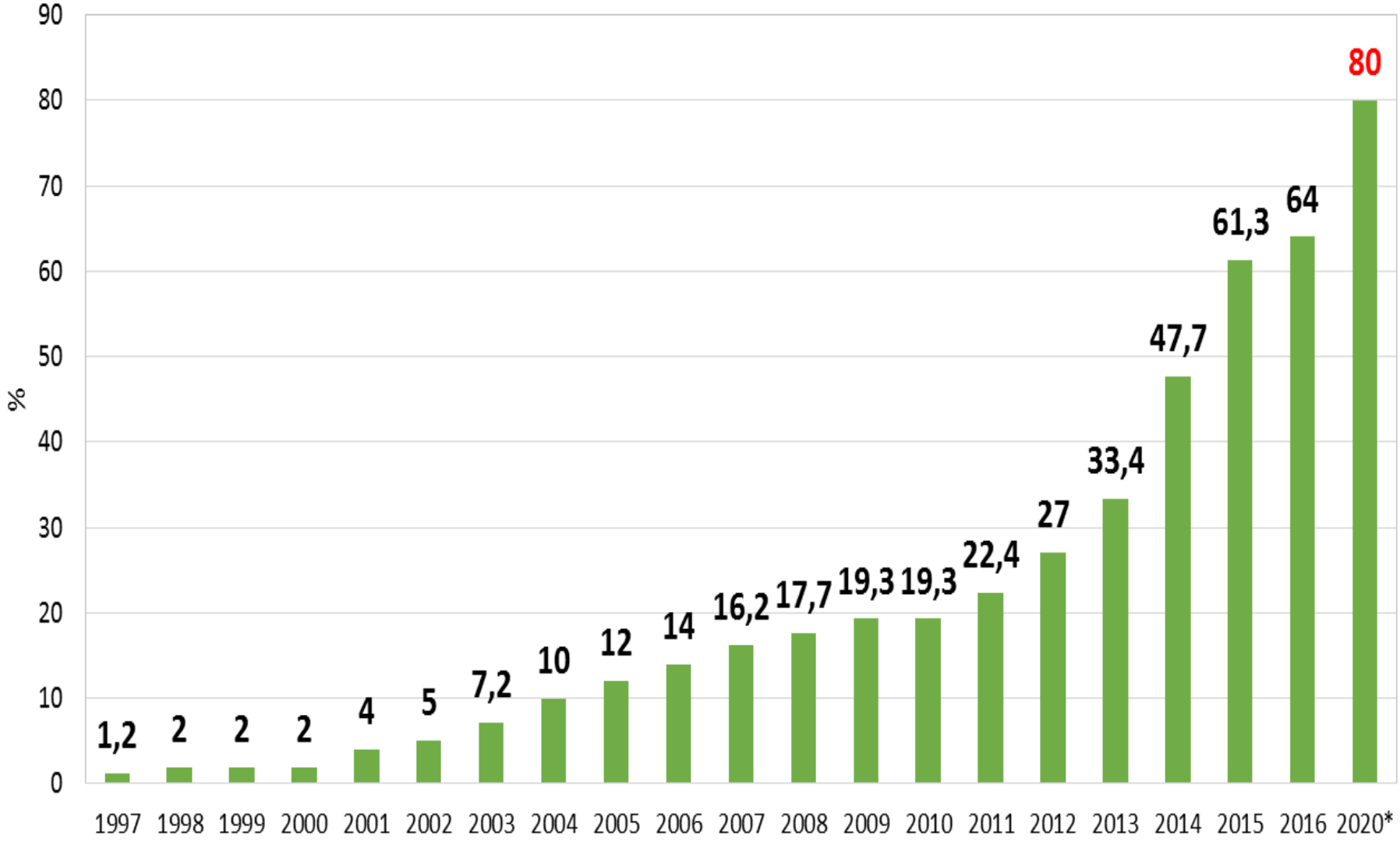
VIDUTINĖS METINĖS ORO TEMPERATŪROS KITIMAS LIETUVOJE

(Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba)




Carbon Cycle
Atmosphere 750
CO2
121.3
60
60
Vegetation 610
1.6
0.5
5.5
Fossil Fuels &
Cement Production
4,000
Soils
1,580
92
90
Rivers
Surface Ocean 1,020
50
Marine Biota 3
40
91.6
100
6
4
Dissolved Organic
Carbon <700
Deep Ocean
38,100
6
0.2
Sediments 150
Storage in GtC
Fluxes in GtC/yr

Bendra biokuro katilų galia ~1550 MW



KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ TARŠĄ REGLAMENTUOJA

Nuo 2016 sausio 1d.

direktyva 2010/75/ES - **dėl pramoninių išmetamų teršalų** dideliems kurą deginantiems įrenginiams (DKDĮ) :

- 50MW ir didesnės galios

Nuo 2018 gruodžio 20 d.

direktyva 2015/2193 - vidutiniams kurą deginantiems įrenginiams (VKDĮ)

– nuo 1 iki 50 MW galios

VIDUTINĖS GALIOS KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ DIREKTYVA

1. Ši direktyva taikoma kurą deginantiems įrenginiams, kurių vardinė šiluminė galia yra 1 MW arba didesnė ir mažesnė kaip 50 MW (toliau – vidutiniai kurą deginantys įrenginiai VKDĮ), nepriklausomai nuo naudojamo kuro rūšies.

2. Ši direktyva taip pat taikoma junginiams, kuriuos sudaro nauji vidutinio dydžio kurą deginantys įrenginiai pagal 4 straipsnį, įskaitant junginius, kurių bendra vardinė šiluminė galia yra 50 MW arba didesnė, išskyrus atvejus, kai junginys yra kurą deginantis įrenginys, kuriam taikomas Direktyvos 2010/75/ES III skyrius.

SĄVOKOS

esamas kurą deginantis įrenginys – kurą deginantis įrenginys, kuriam leidimas išduotas iki 2017 m. gruodžio 20 d. arba jis pradėtas eksploatuoti iki direktyvos įsigaliojimo šalyje (iki 2018 m. gruodžio 20)

naujas kurą deginantis įrenginys – kurą deginantis įrenginys, kuris pradėtas eksploatuoti po 2018 gruodžio 20

Direktyva taikoma

- įrenginiams, įskaitant dviejų arba daugiau naujų įrenginių junginius, kurių bendra šiluminė galia yra nuo 1 iki 50 MW
- Atskiri kurą deginantys įrenginiai, kurių vardinė šiluminė galia yra mažesnė nei 1 MW, neturėtų būti įtraukiami apskaičiuojant bendrą vardinę šiluminę galią.
- Siekiant išvengti reglamentavimo spragos, ši direktyva turėtų būti taikoma ir junginiams, kuriuos sudaro nauji vidutinio dydžio kurą deginantys įrenginiai, kurių bendra vardinė šiluminė galia yra 50 MW arba didesnė, nedarant poveikio Direktyvos 2010/75/ES III skyriui;

Jungimo taisyklė

Dviejų ar daugiau naujų vidutinio dydžio kurą deginančių įrenginių sudarytas junginys laikomas vienu kurą deginančiu įrenginiu, o jų vardinė šiluminė galia sudedama, kai:

- tokių vidutinio dydžio kurą deginančių įrenginių išmetamosios dujos yra šalinamos per bendrą kaminą;

arba

- atsižvelgiant į techninius ir ekonominius veiksnius tokių vidutinio dydžio kurą deginančių įrenginių išmetamosios dujos, kompetentingos institucijos nuomone, galėtų būti šalinamos per bendrą kaminą.

Direktyvos nedubliuojamos

įrenginiams, kuriems jau taikomi kitos ES direktyvos 2010/75/ES reikalavimai :

- įrenginiams, kuriems pagal Direktyvos 2010/75/ES III skyrių taikomos jungimo taisyklės
- įrenginiams, kurie degina arba bendrai su kitu kuru degina kietas arba skystas atliekas

Avariniams įrenginiams

Atsižvelgiant į konkrečias aplinkybes, kada taikant išmetamų teršalų ribines vertes būtų patiriamos neproporcingai didelės išlaidos, palyginus su nauda aplinkai, valstybės narės turėtų turėti galimybę vidutinio dydžio kurą deginantiems įrenginiams, kurie buvo naudojami ekstremaliomis sąlygoms ir veikė ribotą laikotarpį, netaikyti šioje direktyvoje nustatytų išmetamųjų teršalų ribinių verčių

Biokuro įrenginiams

Atsižvelgiant į pastarojo meto investicijas į biomasės įrenginius siekiant padidinti atsinaujinančiųjų energijos išteklių , kurie jau leido sumažinti išmetamą teršalų kiekį, naudojimą, ir siekiant atsižvelgti į atitinkamus investicijų ciklus, valstybėms narėms turėtų būti galima skirti tiems įrenginiams daugiau laiko prisitaikyti prie šioje direktyvoje nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių

Biomasė :

a) produktai, kuriuos sudaro iš žemės ūkio arba miškininkystės veiklos gauta augalinė medžiaga, kuri gali būti naudojama kaip kuras energijai gauti;

b) šios atliekos:

i) žemės ūkio ir miškininkystės augalinės atliekos;

ii) maisto perdirbimo pramonės augalinės atliekos, jeigu gaunama šiluma yra panaudojama;

iii) pluoštinės augalinės atliekos, gaunamos gaminant pirminę popieriaus masę ir popierių iš popieriaus masės, jeigu jos yra kartu sudeginamos gamybos vietoje, o gauta šiluma panaudojama;

iv) kamščio atliekos;

v) medienos atliekos, išskyrus tas medienos atliekas, kuriose dėl medžiagų apdirbimo medienos konservantais arba padengimo gali būti halogenintų organinių junginių arba sunkiųjų metalų, įskaitant visų pirma statybų arba griovimo medienos atliekas;

Direktyva netaikoma:

a) kurą deginantiems įrenginiams, kuriems taikomas Direktyvos 2010/75/ES III arba IV skyrius;

b) kurą deginantiems įrenginiams, kuriems taikoma Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 97/68/EB (mobiliems dyzeliniams ir naftos varikliams ne kelių transporte);

c) ūkiuose naudojamiems kurą deginantiems įrenginiams, kurių bendra vardinė šiluminė galia yra mažesnė arba lygi 5 MW ir kuriuose kurui naudojamas tik neperdirbtas naminių paukščių mėšlas, kaip nurodyta Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1069/20092 9 straipsnio a punkte;

d) kurą deginantiems įrenginiams, kuriuose dujiniai degimo produktai naudojami tiesioginiam šildymui, džiovinimui arba kitoms objektų arba medžiagų apdorojimo rūšims;

e) kurą deginantiems įrenginiams, kuriuose dujiniai degimo produktai naudojami tiesioginiam dujiniam šildymui, kai šildomos vidaus patalpos, siekiant pagerinti darbo vietų sąlygas;

f) antrinio deginimo įrenginiams, kurie skirti pramoninių procesų metu išmetamoms dujoms valyti jas deginant ir kurie veikia kaip atskiri kurą deginantys įrenginiai;

g) visai techninei įrangai, naudojamai kaip transporto priemonių, laivų ar lėktuvų varikliai;

h) dujų turbinoms ir dujų ir dyzeliniams varikliams, kurie naudojami atviroje jūroje esančiose platformose;

i) įrenginiams, skirtiems katalizinio krekingo katalizatoriams regeneruoti;

j) įrenginiams, vandenilio sulfidą paverčiantiems siera;

k) chemijos pramonėje naudojamiems reaktoriams;

l) koksavimo krosnims;

m) kauperiams;

n) krematoriumams;

o) kurą deginantiems įrenginiams, deginantiems naftos perdirbimo kurą atskirai arba kartu su kitomis kuro rūšimis energijai gaminti naftos bei dujų perdirbimo gamyklose;

p) regeneravimo katilams, esantiems popieriaus masės gamybos įrenginiuose.

Ribinių verčių sąlygos

Visos išmetamų teršalų ribinės vertės nustatomos:

- esant 273,15 K temperatūrai ir 101,3 kPa slėgiui,
- atmetus vandens garų kiekį išmetamosiose dujose,
- esant standartiniam O2 kiekiui:

6% – kietąjį kurą deginantiems įrenginiams,

3% – skystąjį ir dujinį kurą deginantiems įrenginiams, išskyrus variklius ir dujų turbinas, ir 15% – varikliams ir dujų turbinoms.

Kuro rūšis	Kurą deginančio įrenginio nominali šiluminė galia, MW	SO_2, mg/Nm^3	
		Esamas įrenginys	Naujas įrenginys
LAND 43-2013			
Dujinis kuras	1≥MW<50	Nenormuojama	35[1]
Skystasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	1700[2]	1700
Kietasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	1700[2]	1700
[1] Deginant mažo kaloringumo dujas, gazifikacijos būdu gautas iš atliekų perdirbimo, kokso krosnių dujas, aukštakrosnių dujas - 800 mg/Nm^3 *[2] Dūmavamzdžiams katilams - 750 mg/Nm^3*			
DIREKTYVA 2015/2193			
Dujinis kuras	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama
Skystasis kuras	1≥MW≤5 >5	350 350	350
Biomasė	1≥MW≤5 >5	200 (1)(2) 200 (1)(2)	200(1)
Kietasis kuras	1≥MW≤5 >5	1100 400(3)	400
(1) Vertė netaikoma, jei deginama tik mediena; *(2) 300 mg/Nm^3, kai deginami šiaudai;* *(3) 1100 mg/Nm^3, kai vardinė šiluminė galia nuo 5 MW iki 20 MW*			

Kuro rūšis	Kurą deginančio įrenginio nominali šiluminė galia, MW	NO_x, mg/Nm^3	
		Esamas įrenginys	Naujas įrenginys
LAND 43-2013			
Dujinis kuras	1≥MW<50	350	350
Skystasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	650	450[1]
Kietasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	650[1]	650[1]
[1] Deginant biokurą - 750 mg/Nm [3]			
DIREKTYVA 2015/2193			
Dujinis kuras	1≥MW≤5 >5	250 200	100
Skystasis kuras	1≥MW≤5 >5	650 650	300
Biomasė	1≥MW≤5 >5	650 650	300 (1) 300
Kietasis kuras	1≥MW≤5 >5	650 650	300 (1) 300

(1) 500 mg/Nm [3] įrenginių, kurių bendra šiluminė galia yra nuo 1 MW iki 5 MW

Kuro rūšis	Kurą deginančio įrenginio nominali šiluminė galia, MW	KD, mg/Nm^3	
		Esamas įrenginys	Naujas įrenginys
LAND 43-2013			
Dujinis kuras	1≥MW<50	Nenormuojama	20[1]
Skystasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	250	200 100
Kietasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	700 500	400 300
[1] *Ribinės vertės laikymosi kontrolė privaloma, kai nustatoma viršyta CO ribinė vertė*			
DIREKTYVA 2015/2193			
Dujinis kuras	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama
Skystasis kuras	1≥MW≤5 >5	50 30	50 30
Biomasė	1≥MW≤5 >5	50 30 (3)	20 (1)(2)
Kietasis kuras	1≥MW≤5 >5	50 30 (3)	20 (1)(2)
(1) *50 mg/Nm^3, kai bendra įrenginių šiluminė galia yra nuo 1 iki 5 MW;* (2) *30 mg/Nm^3, kai bendra įrenginių šiluminė galia yra nuo 5 iki 20 MW;* (3) *50 mg/Nm^3, kai įrenginių vardinė šiluminė galia yra nuo 5 iki 20 MW*			

Kuro rūšis	Kurą deginančio įrenginio nominali šiluminė galia, MW	CO, mg/Nm^3	
		Esamas įrenginys	Naujas įrenginys
LAND 43-2013			
Dujinis kuras	1≥MW<50	400	400
Skystasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	500 400	500 400
Kietasis kuras	1≥MW<20 20≥MW<50	2000[1] 1500	1000[1] 1000
[1] *Deginant biokurą - 4000 mg/Nm^3*			
DIREKTYVA 2015/2193			
Dujinis kuras	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama
Skystasis kuras	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama
Biomasė	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama
Kietasis kuras	1≥MW≤5 >5	Nenormuojama	Nenormuojama

Esamiems varikliams ir dujų turbinoms

Teršalas	Vidutinio dydžio kurą deginančio įrenginio tipas	Gazolis	Skystasis kuras, išskyrus gazolį	Gamtinės dujos	Dujinis kuras, išskyrus gamtines dujas
SO_2	Varikliai ir dujų turbinos	-	120	-	15 (1) (2)
NO_x	Varikliai	190 (3) (4)	190 (3) (5)	190 (6)	190 (6)
	Dujų turbinos (7)	200	200	150	200
Dulkės	Varikliai ir dujų turbinos	-	10 (8)	-	-

(1) 60 mg/Nm³ biodujų atveju.

(2) 130 mg/Nm³ mažo kaloringumo koksavimo dujų atveju ir 65 mg/Nm³ mažo kaloringumo aukštakrosnės dujų atveju geležies ir plieno pramonėje.

(3) 1 850 mg/Nm³ šiais atvejais:

i) dyzelinių variklių, kurių gamyba pradėta anksčiau nei 2006 m. gegužės 18 d.;

ii) dvejopo kuro variklių, kai jie degina skystąjį kurą.

(4) 250 mg/Nm³ variklių, kurių vardinė šiluminė galia yra 1 MW ar didesnė ir 5MW ar mažesnė, atveju.

(5) 250 mg/Nm³ variklių, kurių vardinė šiluminė galia yra 1 MW ar didesnė ir 5 MW ar mažesnė, atveju; 225 mg/Nm³ variklių, kurių vardinė šiluminė galia yra 5 MW ar didesnė ir 20MW ar mažesnė, atveju.

(6) 380 mg/Nm³ dvejopo kuro varikliams, kai jie degina dujinį kurą.

(7) Išmetamų teršalų ribinės vertės taikomos tik esant didesnei kaip 70 % apkrovai.

(8) 20 mg/Nm³ įrenginių, kurių vardinė šiluminė galia yra 1 MW ar didesnė ir 20 MW ar mažesnė, atveju.

Nauiiems varikliams ir duiu turbinoms

Teršalas	Vidutinio dydžio kurą deginančio įrenginio tipas	Gazolis	Skystasis kuras, išskyrus gazolį	Gamtinės dujos	Dujinis kuras, išskyrus gamtines dujas
SO_2	Varikliai ir dujų turbinos	–	120 [1]	–	15 [2]
NO_x	Varikliai [3] [4]	190[5]	190 [5] [6]	95 [7]	190
	Dujų turbinos [8]	75	75 [9]	50	75
Dulkės	Varikliai ir dujų turbinos	–	10 [10][11]	–	–

(1) Iki 2025 m. sausio 1 d. – 590 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurie yra MAS ar AMS dalis.

(2) 40 mg/Nm³ biodujų atveju.

(3) Variklių, veikiančių 500–1 500 valandų per metus, atveju gali būti netaikomas reikalavimas laikytis tų išmetamųjų teršalų ribinių verčių, jei taikomos pirminės NO_x išmetamųjų teršalų kiekio ribojimo priemonės ir neviršijamos (*) išnašoje nurodytos išmetamųjų teršalų ribinės vertės.

(4) Iki 2025 m. sausio 1 d. MAS ir AMS – 1 850 mg/Nm³ dvejopo kuro varikliams, kai jie degina skystąjį kurą, ir 380 mg/Nm³, kai jie degina dujas; 1 300 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurių apsukos yra 1 200 aps/min. arba mažesnės, kurių bendra vardinė šilumininė galia yra mažesnė arba lygi 20 MW, ir 1 850 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurių bendra vardinė šilumininė galia yra didesnė kaip 20 MW; 750 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurių apsukos yra didesnės kaip 1 200 aps/min.

(5) 225 mg/Nm³ dvejopo kuro varikliams, kai jie degina skystąjį kurą.

(6) 225 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurių bendra vardinė šilumininė galia yra mažesnė arba lygi 20 MW, o apsukos yra 1 200 aps/min. arba mažesnės.

(7) 190 mg/Nm³ dvejopo kuro varikliams, kai jie degina dujinį kurą.

(8) Išmetamųjų teršalų ribinės vertės taikomos tik esant didesnei kaip 70 % apkrovai.

(9) Iki 2025 m. sausio 1 d. – 550 mg/Nm³ įrenginiams, kurie yra MAS ar AMS dalis.

(10) Iki 2025 m. sausio 1 d. – 75 mg/Nm³ dyzeliniams varikliams, kurie yra MAS ar AMS dalis.

(11) 20 mg/Nm³ įrenginių, kurių bendra vardinė šilumininė galia yra 1 MW ar didesnė ir 5 MW ar mažesnė, atveju.

Direktyvos 2015/2193 reikalavimų įsigaliojimas

Valstybės narės užtikrina, kad įsigaliotų įstatymai ir kiti teisės aktai, būtini, kad šios direktyvos būtų laikomasi ne vėliau kaip 2017 gruodžio 20 d.

Direktyva taikoma naujiems įrenginiams nuo 2018 m. gruodžio 20 dienos.

Esamas įrenginys - kuris pradėjo veikti iki 2018 gruodžio 20d.
Šiems įrenginiams taikomi reikalavimų atidėjimai.

Išimtis trumpai veikiantiems įrenginiams

Valstybės narės gali leisti, kad esamuose įrenginiuose, veikiančiuose ne daugiau kaip 500 valandų per metus (taikant slenkantį penkerių metų vidurkį), nebūtų laikomasi II priedo 1 dalies 1, 2 ir 3 lentelėse nustatytų išmetamųjų teršalų ribinių verčių.

Išimtis ekstremalioms situacijoms

Valstybės narės gali padidinti nurodytą veikimo laiką iki 1000 valandų šiais ekstremaliais atvejais arba susidarius šioms ypatingoms aplinkybėms:

– rezervinės energijos gamybai sujungtose salose nutrūkus pagrindiniam energijos tiekimui į salą;

– vidutinio dydžio kurą deginančiuose įrenginiuose, naudojamuose šilumos gamybai, esant ypatingai šaltiems orams.

Visais šioje dalyje nurodytais atvejais kietąjį kurą deginančių įrenginių išmetamoms dulkėms taikoma 200 mg/Nm³ ribinė vertė.

Išimtis centralizuoto šilumos tiekimo įrenginiams

Iki 2030 m. sausio 1 d. valstybės narės gali leisti, kad esamuose didesnės nei 5 MW įrenginiuose, būtų nesilaikoma II priede nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių, jei ne mažiau kaip 50% įrenginyje pagaminto šilumos kiekio (taikant slenkantį penkerių metų vidurkį) tiekiama garų arba karšto vandens pavidalu į viešą centralizuoto šilumos tiekimo tinklą.

Tokiu atveju nustatytos išmetamų teršalų ribinės vertės turi neviršyti :

SO_2 1100 mg/Nm³

KD 150 mg/Nm³

Išimtis biomasės kurui

Iki 2030 m. sausio 1 d. valstybės narės gali leisti, kad įrenginiuose, kurių pagrindinis kuras yra pagamintas iš kietosios biomasės, esančiuose zonose, kuriose yra užtikrinta atitiktis direktyvoje 2008/50/EB dėl aplinkos oro kokybės nustatytoms ribinėms vertėms, būtų nesilaikoma šios direktyvos II priede KD nustatytų ribinių verčių.

Tokiu atveju, KD vertės turi neviršyti 150 mg/Nm^3.

Išimtis naujiems trumpai veikiantiems įrenginiams

Valstybės narės gali leisti, kad naujuose įrenginiuose, veikiančiuose ne daugiau kaip 500 valandų per metus (taikant slenkantį trejų metų vidurkį), nebūtų laikomasi II priedo 2 dalyje nustatytų ribinių verčių.

Tokiu atveju, kietąjį kurą deginantiems įrenginiams KD taikoma 100 mg/Nm^3 ribinė vertė.

Išimtis dėl staiga nutraukto dujų tiekimo

Kompetentinga institucija gali padaryti išimtį, atleisdama nuo pareigos laikytis 2 ir 7 dalyse nustatytų teršalų ribinių verčių tais atvejais, kai įrenginyje naudojamas tik dujinis kuras, išimtiniais atvejais reikia pradėti naudoti kitų rūšių kurą dėl staigiai nutraukto dujų tiekimo, ir todėl jame reikėtų įmontuoti pagalbinę taršos mažinimo įrangą.

Laikotarpis, kuriuo taikoma tokia išimtis, turi neviršyti dešimt dienų, išskyrus tuos atvejus, kai veiklos vykdytojas kompetentingai institucijai tinkamai pagrindžia ilgesnį laikotarpį.

Direktyvos projekte reikalavimai teršalų koncentracijoms numatomi griežtesni už šiuo metu galiojančias normas LAND 43-2013:

SO2 – griežtėja nuo 1,5 iki 5 kartų

NOx – biokurui nesikeičia, dujoms griežtėja 3,5 karto

KD – griežtėja iki 10 kartų

CO – nelieka normavimo

Kaip galima sumažinti investicijų poreikį ?

Įmonės turi pasirengti taršos mažinimo strategiją, optimizuojant galias ir įrenginius:

- pasinaudoti visomis galimomis direktyvos išimtimis
- seni katilai dėl susidėvėjimo keičiami naujais - geresnių ekologinių savybių
- jeigu didės biokuro katilų dalis bendrame kuro balanse, jiems nereikės NOx ir SO2 mažinimo įrangos
- jeigu bus maksimaliai sumažintas sieros turinčio kuro naudojimas
- pradėti taršą mažinančių įrenginių gamybą Lietuvoje
- palaipsniui , planingai diegti taršą mažinančias priemones

Temos pabaiga

BIOKURO PANAUDOJIMAS ŠILUMOS ŪKYJE: ATEITIES PERSPEKTYVOS,PROBLEMATIKA, GAMYBOS OPTIMIZAVIMO GALIMYBĖS
2017-05-03

2
BIOKURO KATILŲ PARAMETRUS ĮTAKOJANTYS FAKTORIAI

Dr. Kęstutis Buinevičius

Kauno technologijos universitetas
Šilumos ir atomo energetikos katedra

„Enerstena“ Mokslinių tyrimų ir vystymo centras

Kuro ir degiųjų medžiagų cheminė sudėtis

Degiųjų medžiagų degioji dalis susideda iš sudėtinių organinių junginių.

Todėl kuro/degiųjų medžiagų sudėtis paprastai nustatoma medžiagoje esančių elementų **masės procentais**.

Dažniausiai pasitaikantys, pagrindiniai degieji elementai: **anglis, vandenilis** ir **siera.** Jų procentinis kiekis (pagal masę) medžiagoje žymimi C, H ir S.

Beveik visų rūšių kure/medžiagose, junginiuose su šiais elementais yra deguonis (O %) ir azotas (N %), kurie sudaro **vidinį kuro balastą**.

Taip pat gali būti drėgmės (W %) ir mineralinių-nedegiųjų priemaišų (A %). Jie sudaro **išorinį kuro** balastą.

$$C^n + H^n + S^n_d + O^n + N^n + A^n + W^n = 100\%.$$

Kietojo kuro sudėtis

Kuras	Naudojamosios masės sudėtis, %							Q^n_a	Lakiųjų medžiagų,
	C^n	H^n	S^n_d	O^n	N^n	A^n	W^n	KJ/kg	%
Įvairi mediena	30,3	3,6	-	25,1	0,4	0,6	40	10 100	85
Gabalinės durp	30.9	3,2	0,2	17,8	1,3	6,6	40	10 800	70
Trupininės durpės	25,7	2,7	0,1	14,9	1,1	5,5	50	8 500	70
Estijos skalūna	23,7	3,0	1,6	3,7	0,1	54,5	13,5	9 800	80
Pamaskvės rusvosios angl	29,1	2,2	2,9	8,7	0,6	23,5	33	10 600	45
Donbaso akme anglys									
ilgaliepsnės	50,6	3,7	4,0	8,0	1,1	19,6	13	20 500	43
dujinės	62,2	4,2	3,3	6,4	1,2	15,8	7	24 700	39
riebiosios	62,4	3,8	3,6	4,3	1,1	18,8	6	25 000	32
liesosios	70,6	3,4	2,7	1,9	1,2	15.2	5	27 500	13
Donbaso antracitas	76,4	1,5	1,7	1,3	0,8	13,3	5	27 200	4

Degiųjų medžiagų oksidacija

Trys pagrindinės reakcijos

$C + O_2 = CO_2$

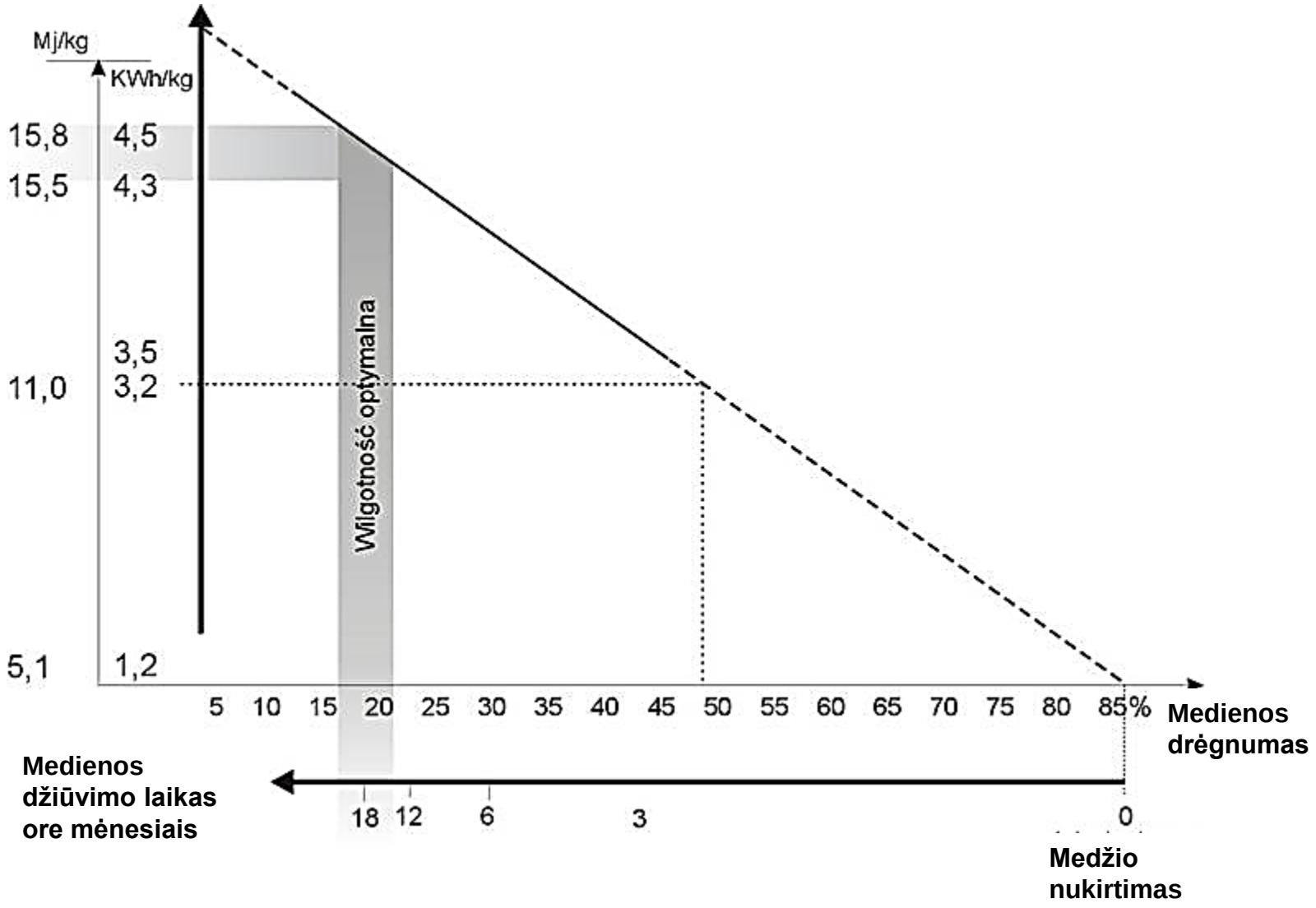
$2H_2 + O_2 = 2H_2O$

$S + O_2 = SO_2$

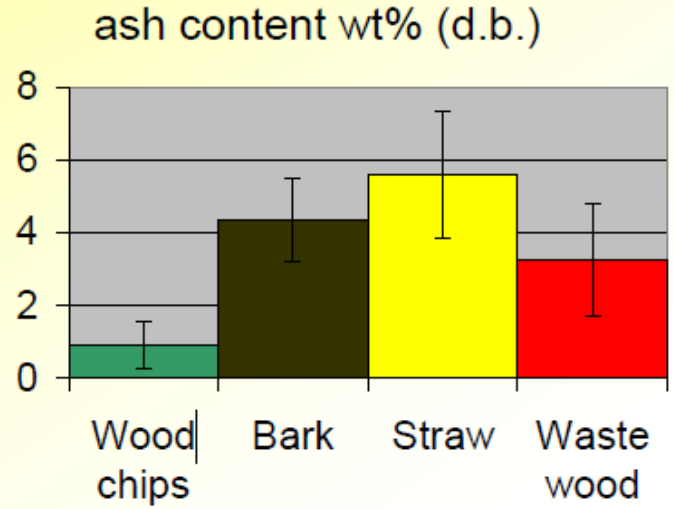
Įvairių medienos rūšių šilumingumas

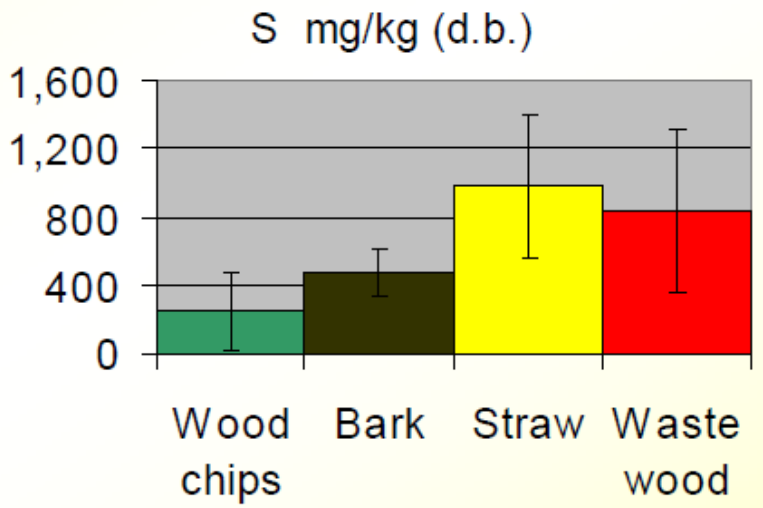
Kuro rūšis	$Q^{s.m.}_a$, MJ/kg	$Q^{s.m.}_v$, MJ,kg	Peleningumas, %	Pelenų lydimosi temperatūra ^oC
	Sausajai masei			
Eglė	18,8	20,2	0,6	1426
Bukas	18,4	19,7	0,5	
Topolis	18,5	19,8	1,8	1335
Gluosnis	18,4	19,7	2,0	1283
Spygliuočiai	19,2	20,4	3,8	1440
Rugių šiaudai	17,4	18,5	4,8	1002
Kviečių šiaudai	17,2	18,5	5,7	998
Miežių šiaudai	17,5	18,5	4,8	980
Rapsų šiaudai	17,1	18,1	6,2	1273
Kviečių grūdai	17,0	18,4	2,7	687
Rapsų grūdai	26,5		4,6	
Palyginimui				
Akmens anglis	29,7		8,3	1250
Rusvoji anglis	20,6		5,1	1050

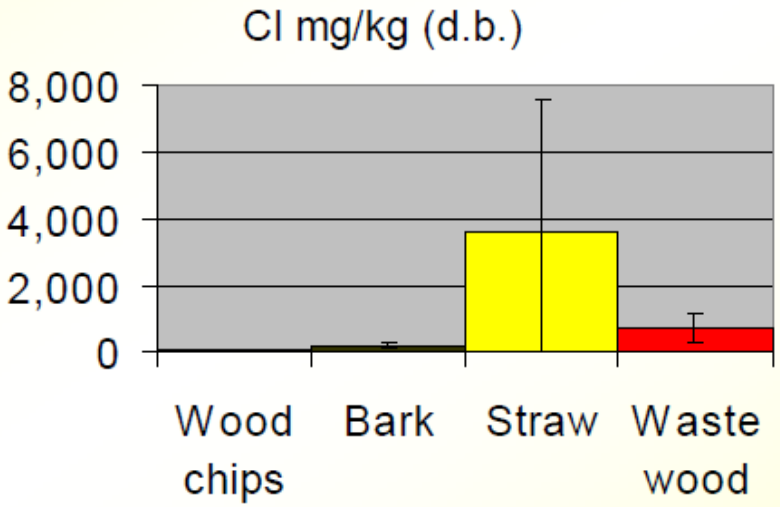
Medienos šilumingumo priklausomybė nuo drėgnumo

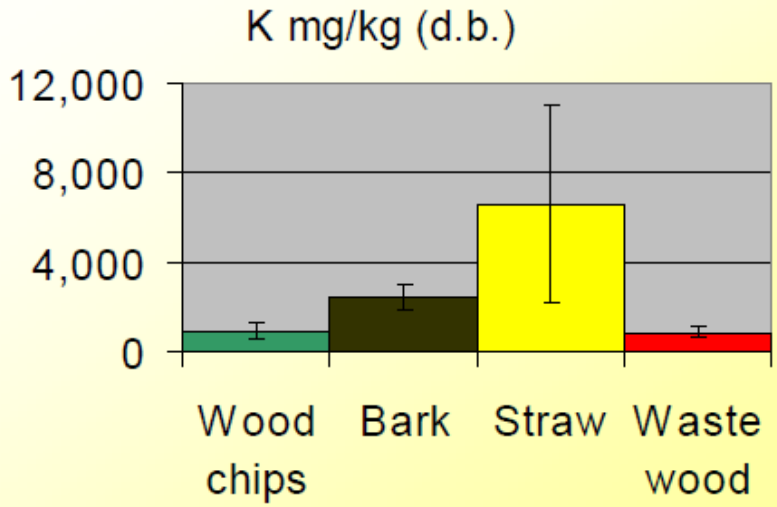


Nepageidaujami biokuro komponentai







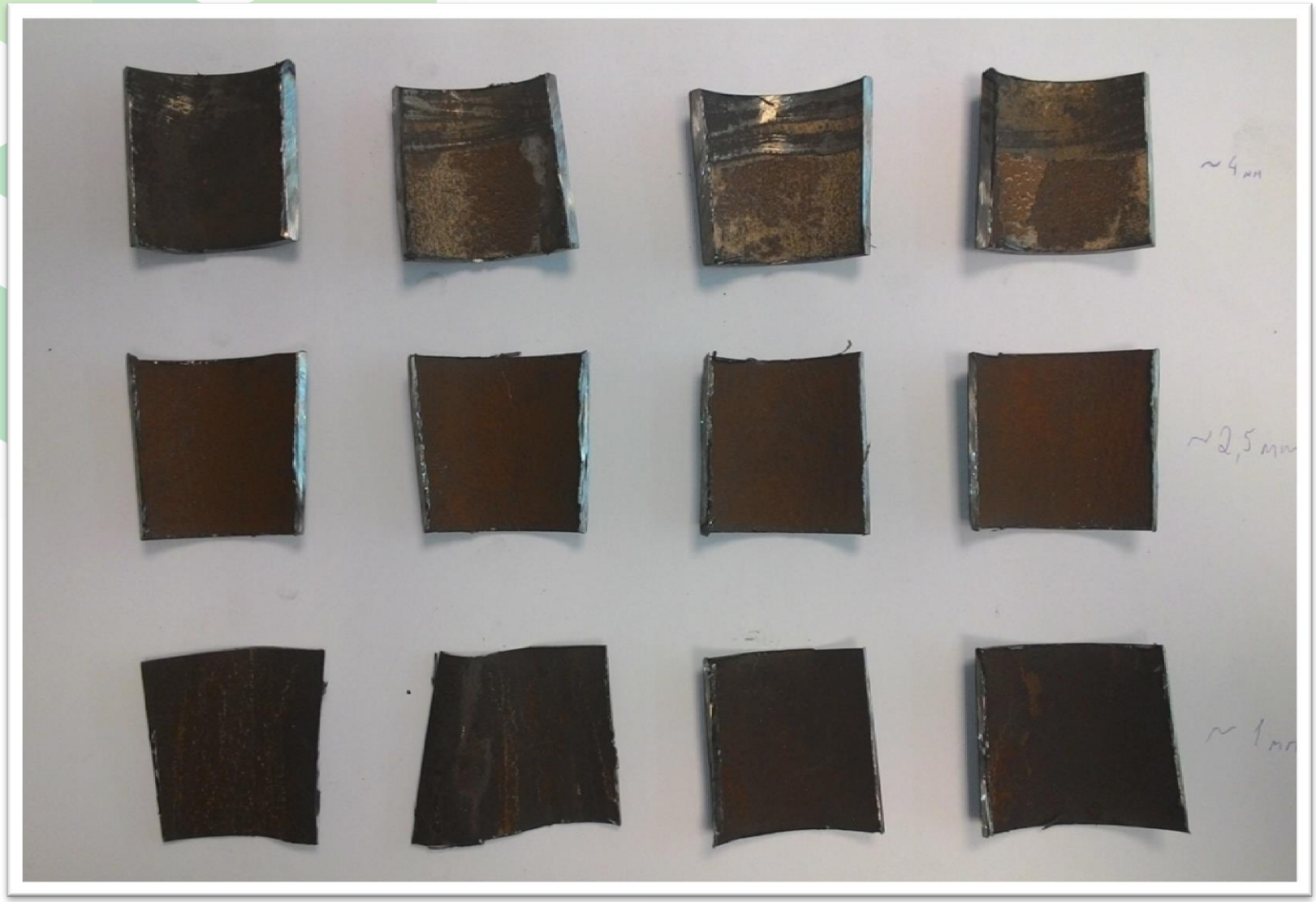


mean values and standard deviations; d.b. … dry basis

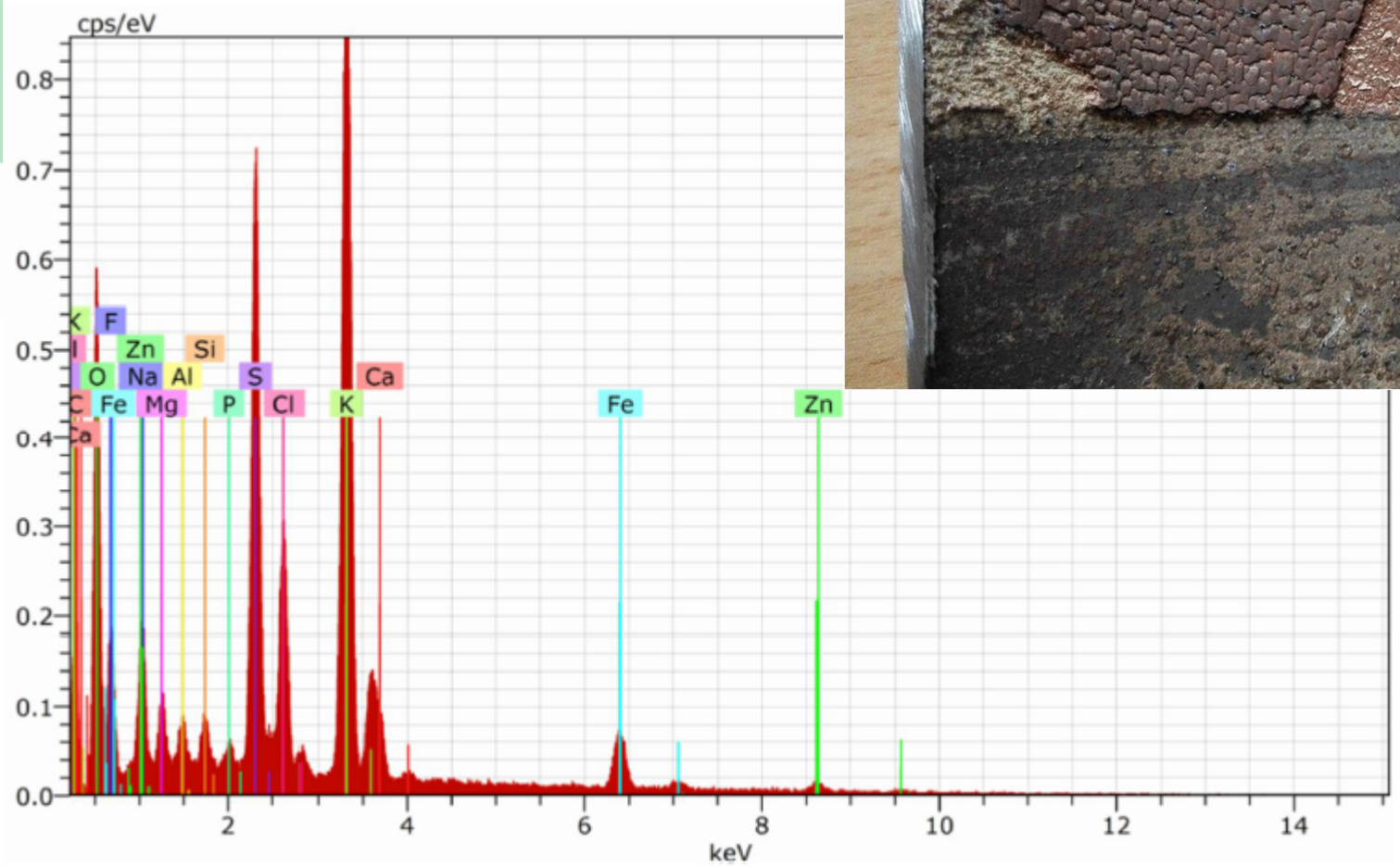
Kuro mineralinės dalies įtaka

- **Cl** dalyvauja išgarinant **šarminius metalus** (**K, Na**)
- **Cl** junginiai sukelia koroziją
- Kada yra **Cl** ir **K /Na** - didžiausias iššūkis dėl pelenų technologinių savybių – žemos lydymosi temperatūros
- **Si** ir **K** yra pelenų formavimo pagrindas
- **Šarminiai metalai** + **Si** formuoja silikatus, kurių lydymosi temperatūra žema
- **Šarminiai metalai + S** formuoja sulfatus, kurie užteršia šildomuosius paviršius
- Didžiausi **Cl, S** ir **šarminių metalų** kiekiai šiauduose, grūduose, žolėse – sukelia koroziją, apnašas ir žemą pelenų lydymosi temperatūrą

Bandiniai analizei

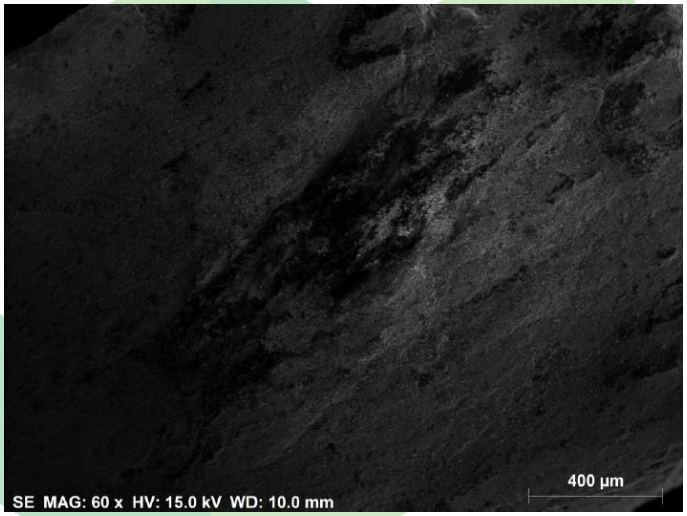


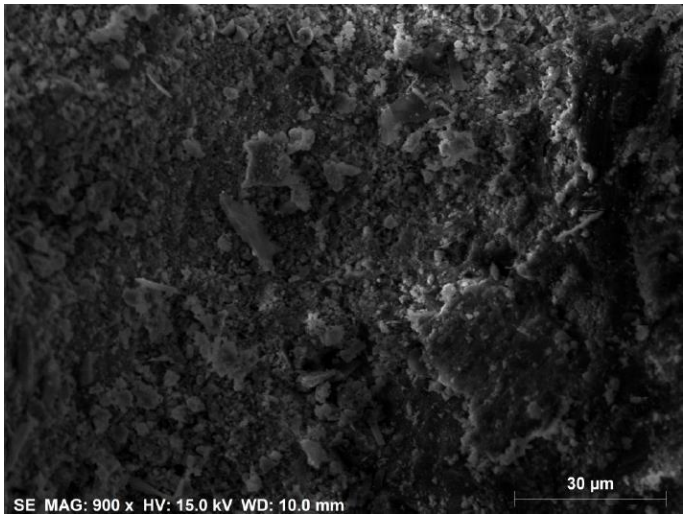
Storiausia vamzdžio dalis (4 mm)



Nuosėdų bandiniai analizei

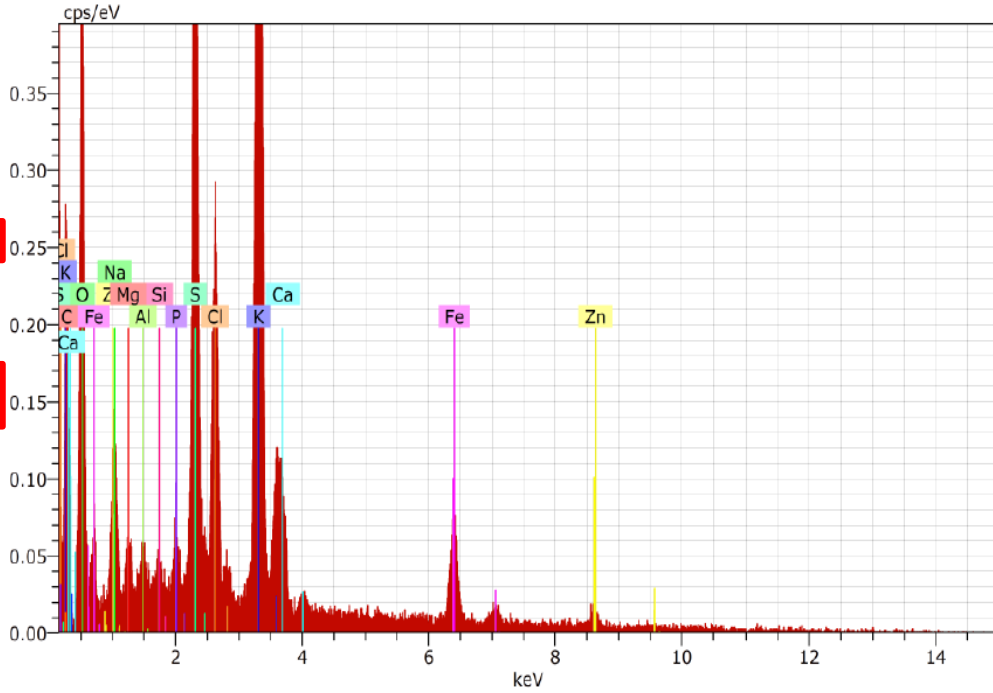
Ruda plokštelė





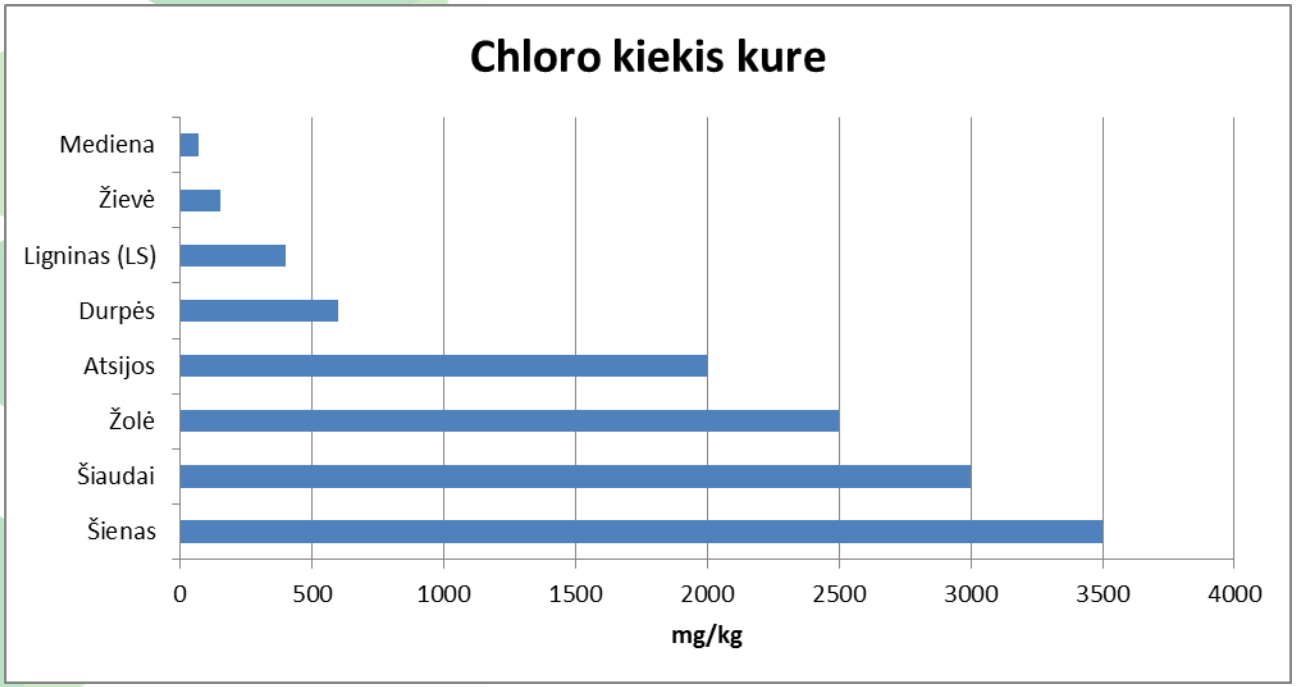
Spectrum: Plokstele (ruda)

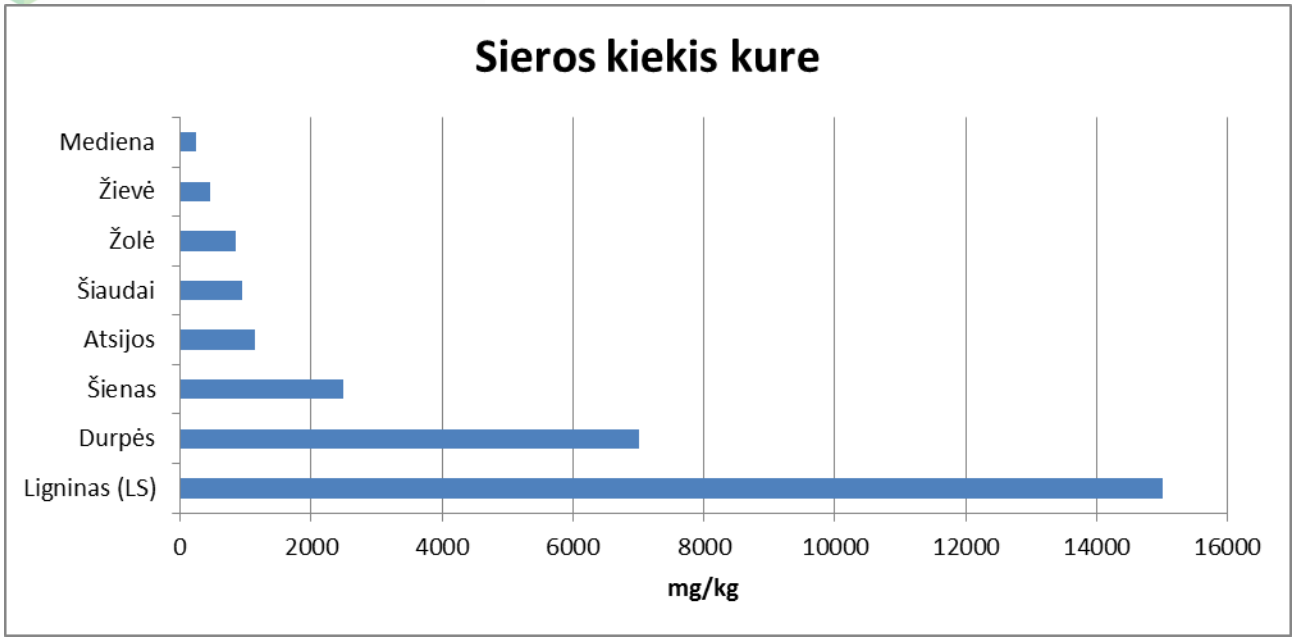
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Carbon	K-series	7.56	7.40	15.15	4.4
Oxygen	K-series	29.85	29.25	44.91	4.4
Potassium	K-series	26.30	25.77	16.19	0.9
Calcium	K-series	3.75	3.67	2.25	0.2
Iron	K-series	9.59	9.39	4.13	0.4
Zinc	K-series	4.35	4.27	1.60	0.3
Chlorine	K-series	6.05	5.93	4.11	0.2
Sulfur	K-series	11.51	11.28	8.64	0.5
Phosphorus	K-series	0.49	0.48	0.38	0.1
Silicon	K-series	0.18	0.18	0.16	0.0
Aluminium	K-series	0.32	0.31	0.28	0.1
Magnesium	K-series	0.48	0.47	0.47	0.1
Sodium	K-series	1.64	1.61	1.72	0.8
	Total:	102.07	100.00	100.00	



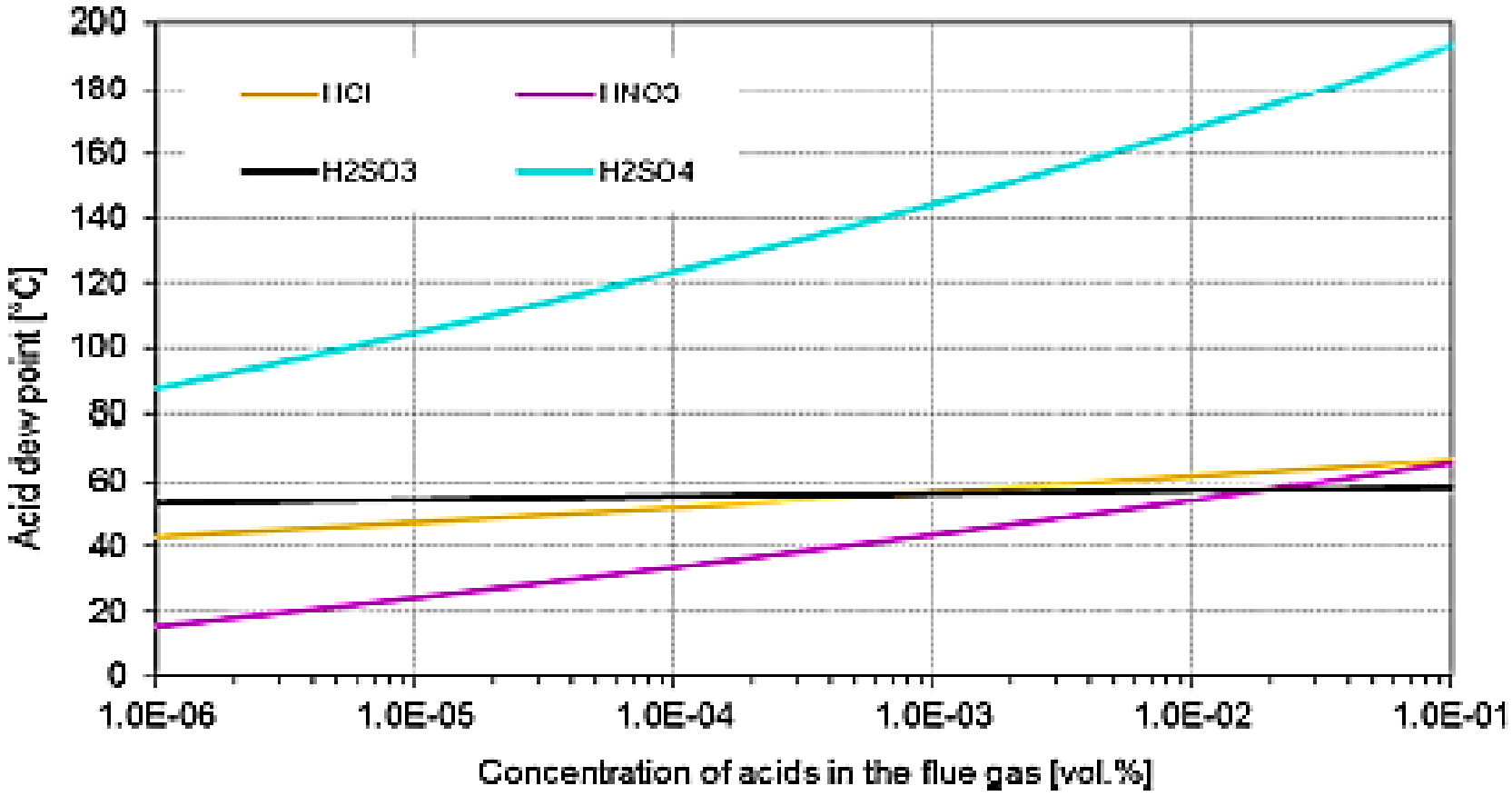
Spectrum: Multiciklonas M

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	35.37	32.95	54.58	4.3
Calcium	K-series	29.33	27.33	18.07	0.9
Iron	K-series	23.52	21.91	10.40	0.7
Potassium	K-series	6.92	6.45	4.37	0.2
Sulfur	K-series	3.19	2.97	2.45	0.1
Silicon	K-series	1.95	1.82	1.72	0.1
Magnesium	K-series	1.65	1.54	1.67	0.1
Phosphorus	K-series	1.24	1.15	0.98	0.1
Aluminium	K-series	0.95	0.89	0.87	0.1
Chlorine	K-series	0.68	0.64	0.48	0.1
Carbon	K-series	1.93	1.80	3.97	1.1
Sodium	K-series	0.23	0.22	0.25	0.0
Manganese	K-series	0.38	0.35	0.17	0.1
	Total:	107.34	100.00	100.00	


Chloro kiekis kure
Mediena
Žievė
Ligninas (LS)
Durpės
Atsijos
Žolė
Šiaudai
Šienas
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
mg/kg


Sieros kiekis kure
Mediena
Žievė
Žolė
Šiaudai
Atsijos
Šienas
Durpės
Ligninas (LS)
0
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
16000
mg/kg

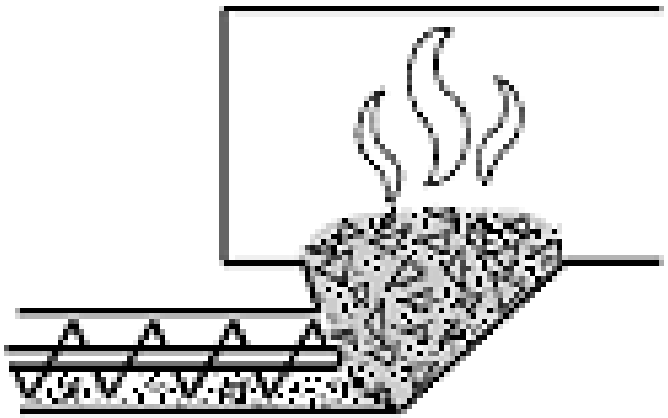
Sieros įtaka korozijos procesui



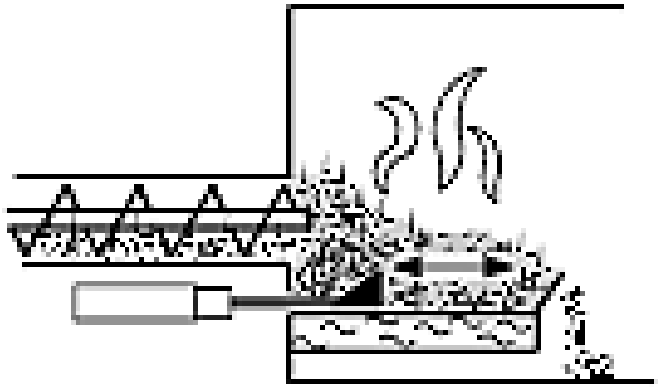
Priemonės neigiamiems padariniams sumažinti

- Kuro kokybės kontrolė, ypač dėl priemaišų
- Tinkami temperatūriniai katilo režimai
- Degimo technologinės priemonės
- Kuro priedų naudojimas
- Seni šiaudai vietoje naujų

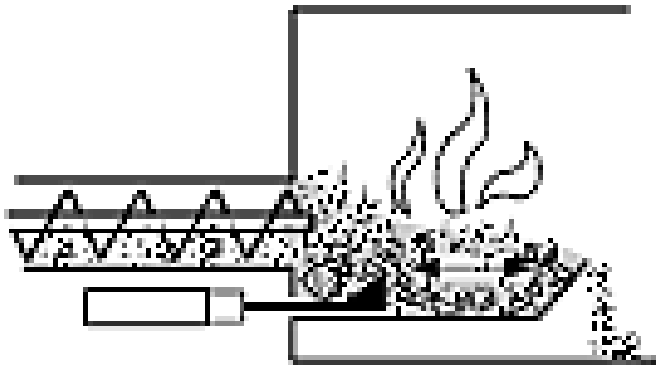
Biokuro katilų kūryklų konstrukcijos



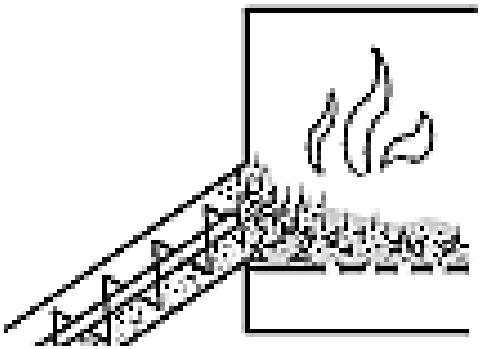
10 kW – 2,5 MW



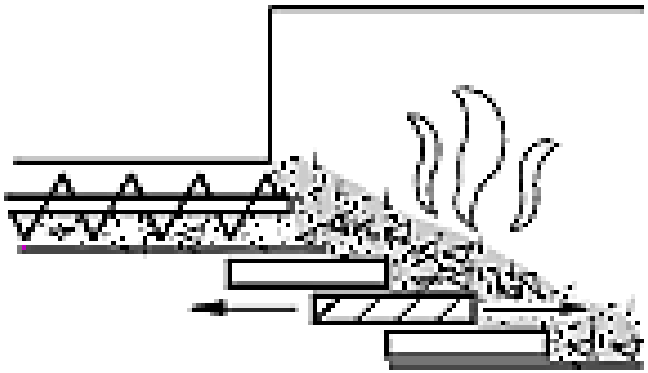
ab 25 kW
(bis 800 kW)



ab 25 kW
(bis 180 kW)

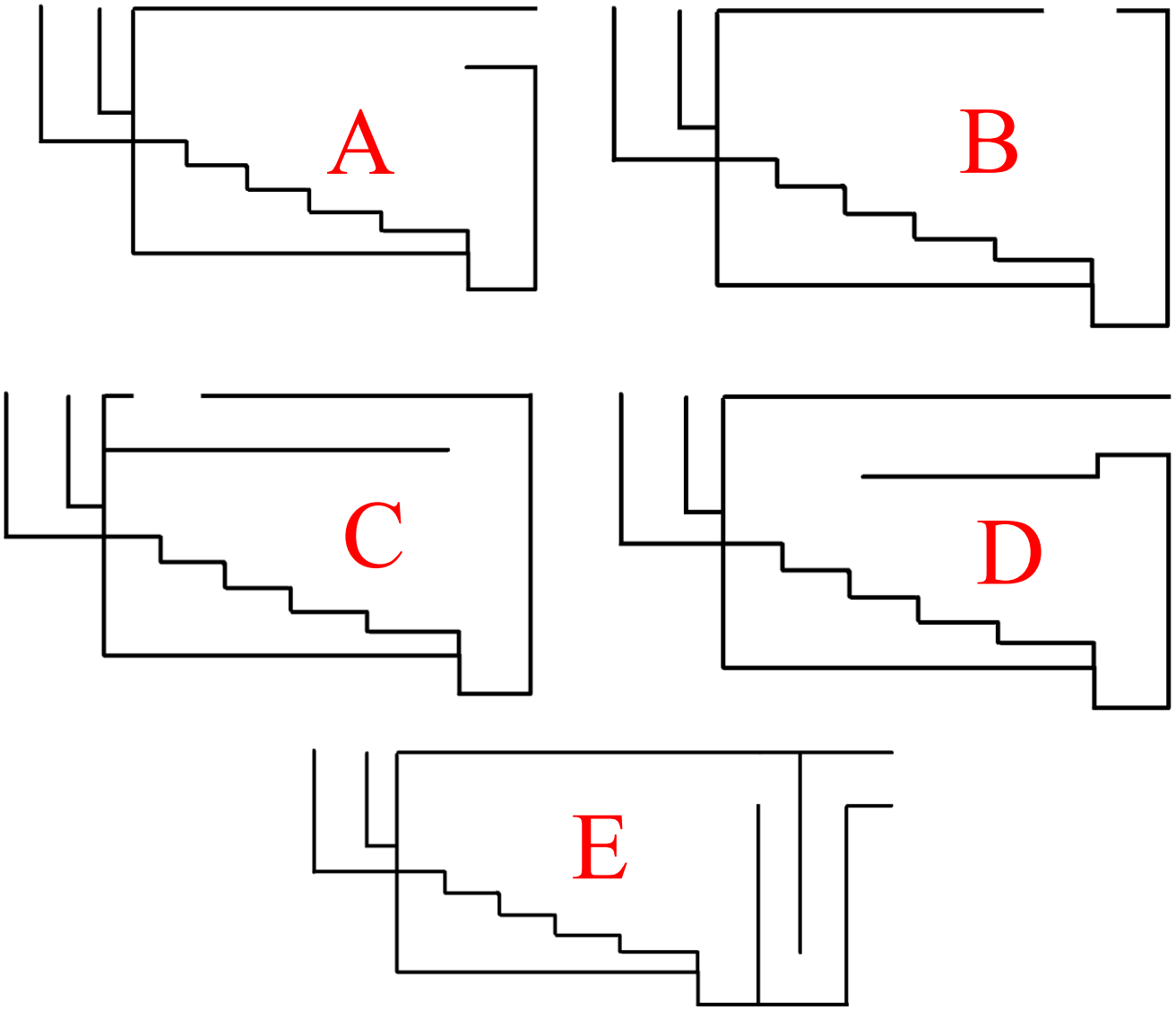


ab 35 kW



ab 15 kW
(bis >20 MW)

Pakurų konstrukcijos



Klausimai į kuriuos reikia turėti atsakymus renkantis įrenginius

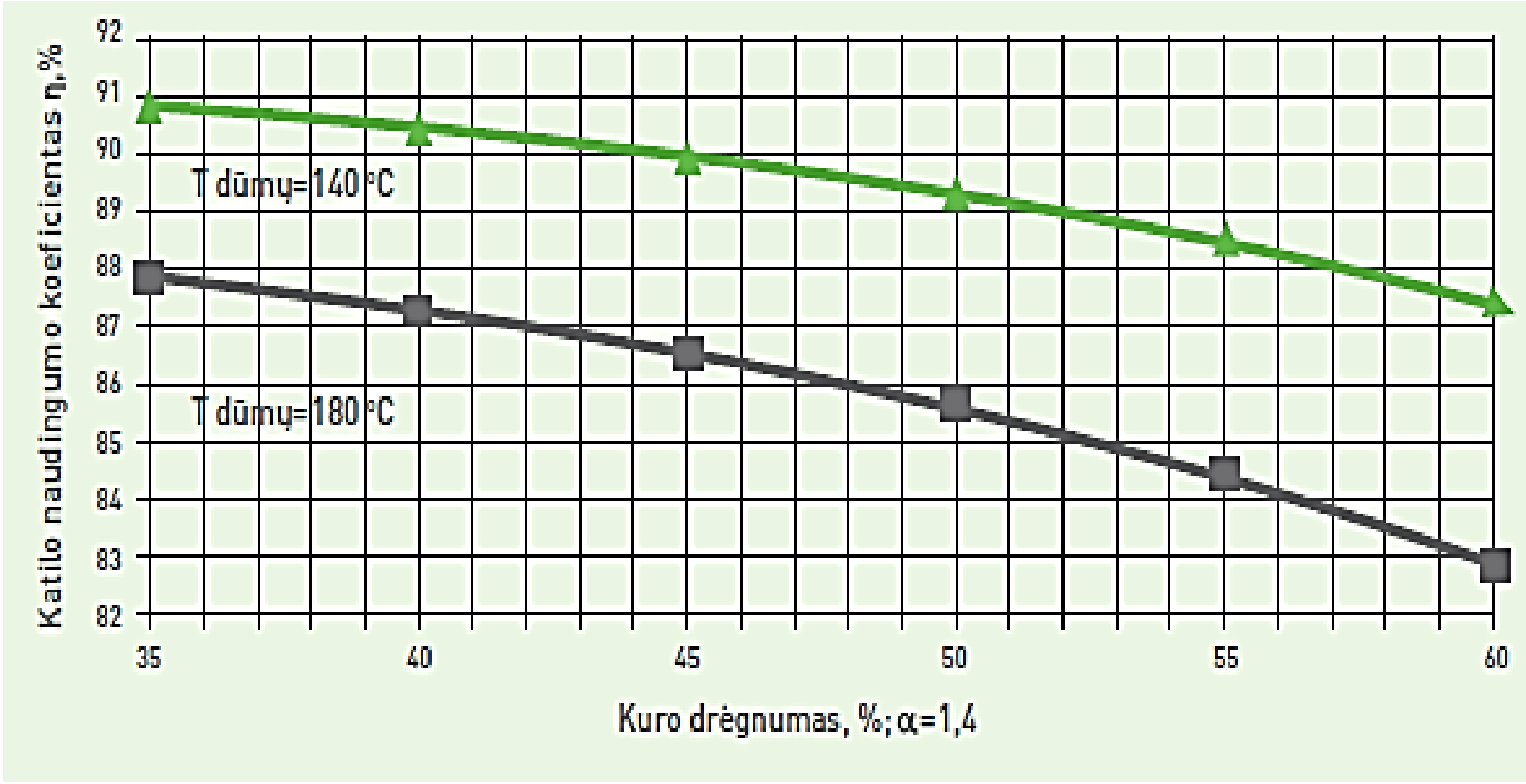
Efektyvumo rodikliai

Katilo naudingumo koeficientas (NK)
85% - nieko ypatingo
88% - puiku
90 % - gana sudėtinga

Elektros sąnaudos 1 MWh šilumos pagaminti
18-20 kWh – pigesnė įranga
10 -12 kWh - reikalingos didesnės investicijos
Mažiau 10 kWh – reikia įdėti nemažai pastangų

Tačiau šiuos parametrus nulemia kuro kokybė

Katilo naudingumo koeficiento priklausomybė nuo kuro drėgnumo



Naudojamas kuras :

- Drėgmė 30-45 % ar 35 -60% ?
- Kuro gabalų maksimalūs matmenys 20x20 mm ar 200x100 mm ?
- Kaip su šiaudais ar durpėmis ?

Teršalų emisijų rodikliai :

- NOx šiandien tilps į normas bet kurios pakuros, o rytoj ?
- CO ar svarbu ? Ką indikuoja CO ?
- Kietos dalelės – kiek reikia? Ar bus gerai 400 mg/m3 ?

Kokie dūmų sudėties operatyviniai matavimai?

O_2 matavimas – 1 tūkst € ,

O_2 + CO matavimas -10 tūkst €

NOx matavimas 3 tūkst €

Pakuros parametrai

- šiluminis ardyno įtempimas 450 kW/m2 ar 800 kW/m2
- pakuros tūrio šiluminis įtempimas 250 kW/m3 ar 400 kW/m3 ?
- katilo efektyvumas 85% ar 90 % - o koks vidutinis šildymo sezono metu ?
- katilo paviršiaus valymas – rankinis ir dažnai ar automatinis ir retai ?

- Pakuros ardelės – kiek chromo sudėtyje? Nors kiek ar 25 % ?
- Kaip su ardyno judinimo mechanizmu – vienas rėmas, 2 ar 3 ?
- Kiek oro padavimo po ardelėmis zonų ?
- Kiek pelenų šalinimo zonų ?
- Koks mūras pakuroje – pusė plytos ar per visą plytą ?
- Mūro maksimali darbinė temperatūra 1000 ^{0}C ar 1400 ^{0}C ?

(plytų kainos kiekio priklausomybė nuo Al_2O_3 beveik tiesiog proporcinga)

- Ar aušinama mūro atraminė konstrukcija?
- Koks kuro maitintuvas ? Sraigtinis ar stūmoklinis? Jei stūmoklinis tai kokio pločio ?

Papildomi reikalavimai pramonės įmonių biokuro katilams

- dažniau reikalingas garas, ne termofikacinis vanduo
- tolygesni poreikiai metų eigoje, bet gali labai svyruoti paros bėgyje (pvz. max/min 2-5 kartai)
- kondensatas negrįžta arba jo grįžta mažai – ar atitinkamai parinktas vandens paruošimas ?
- kondensatas grįžta, bet aukštų parametrų
- reikalingas aukštų temperatūrų darbo agentas
- specifinis kuras – įmonės gamybinės atliekos

Beveik kiekvienoje įmonėje - specifiniai poreikiai

Nauji sprendimai pramonei:

- nepriklausomas ekonomaizeris sumažina dūmų temperatūrą žemiau gaminamo garo temperatūros: gaminamas garas 180 C, dūmai išeina 150 C - vidutinis naudingumo koeficientas 90% ! - labai aukštas rodiklis biokuru kūrenamam garo katilui
- „slystantis“ garo slėgis katile – skirtingas dirbant minimalia ir pilna katilo galia , leidžia kompensuoti staigius garo poreikio svyravimus
- speciali pakuros konstrukcija – galima gaminti ir 15 t/h ir 1 t/h garo

BIOKURO PANAUDOJIMAS ŠILUMOS ŪKYJE: ATEITIES PERSPEKTYVOS,PROBLEMATIKA, GAMYBOS OPTIMIZAVIMO GALIMYBĖS
2017-05-03

3
ŠILUMOS GAMYBOS EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS IR BŪDAI

Dr. Kęstutis Buinevičius

Kauno technologijos universitetas
Šilumos ir atomo energetikos katedra

„Enerstena“ Mokslinių tyrimų ir vystymo centras

Biokuro technologijų vystymo tendencijos

Biokuro deginimas su mažomis emisijomis:

- dūmų valymas nuo kietųjų dalelių net ir buitiniuose katiluose
- mažų NOx emisijų net ir buitiniai katilai

Biomasės termocheminės konversijos technologijos:

- gazifikacijos dujų gamyba – variklinių degalų ar efektyvesnei elektros gamybai VDV
- medžio anglies gamyba – žemės ūkiui
- pirolizės kondensato gamyba – variklinių degalų ir chemijos produktų gamybai

Kogeneracija naudojant biokurą

Atliekinės šilumos panaudojimas

Elektros gamybos principai

Garo ciklas

- Kondensacinė jėgainė 240 bar, elektros gamyba 30-35 %

virš 100 MWe

- Kogeneracinė jėgainė 30-60 bar , elektros gamyba 18-25 %

virš 2-5 MWe

Dujų turbinos + garo ciklas

virš 100 MWe elektros gamyba 40-45 %

Biomasės panaudojimas

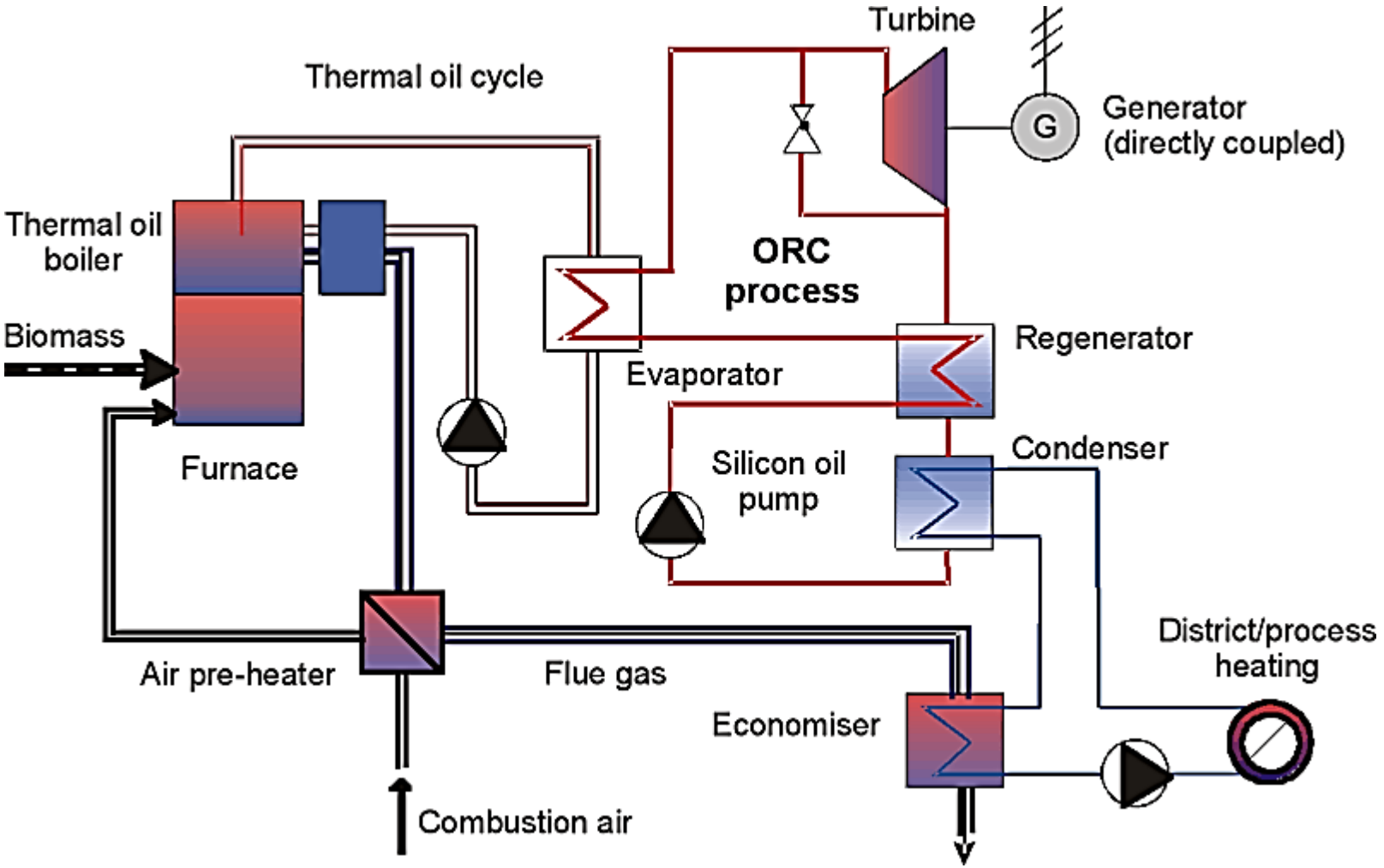
Organinis Renkino ciklas

0,2-2 MWe elektros gamyba 14 -18 %

Vidaus degimo variklis

0,2-1 MWe elektros gamyba 35 -45 %

Organinis Renkino Ciklas = ORC

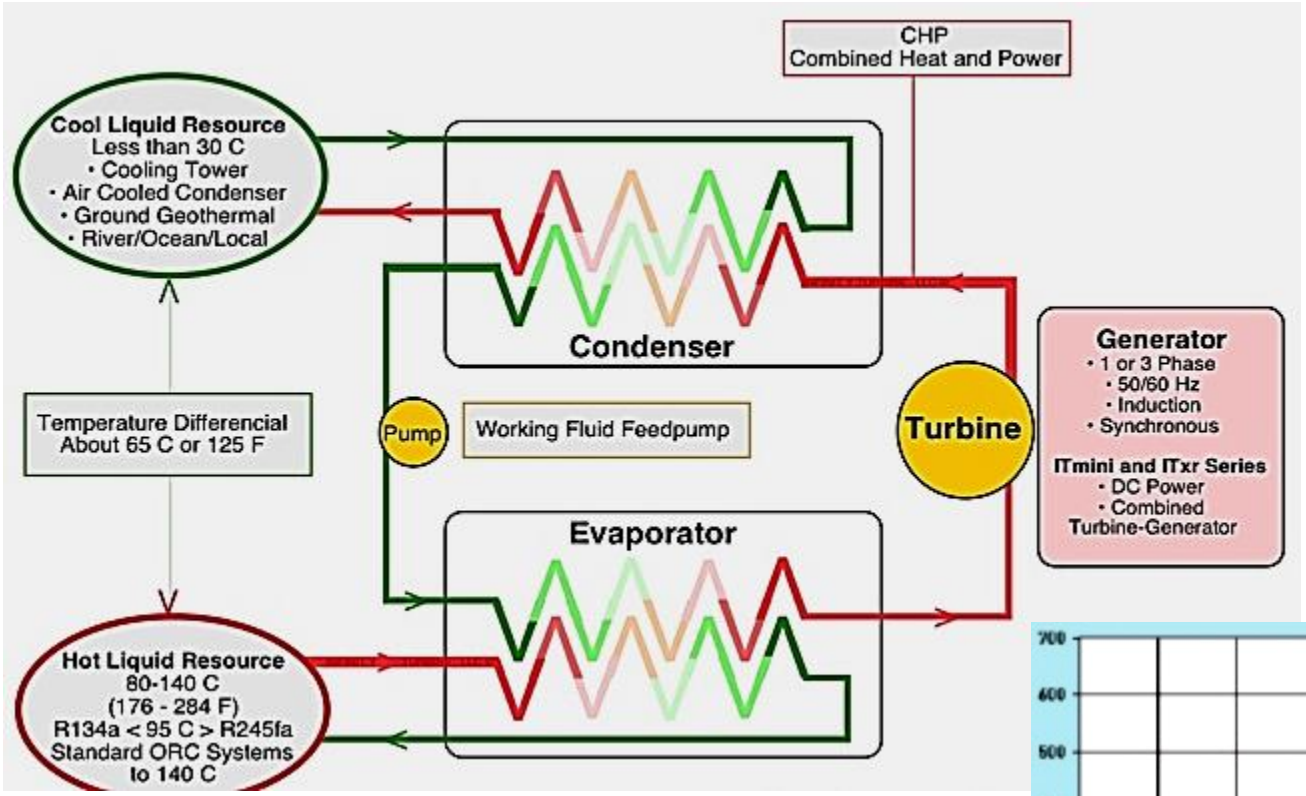


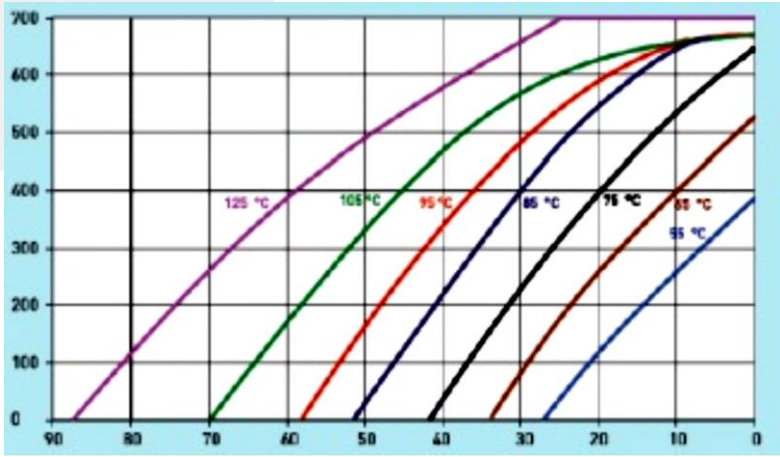
ORC privalumai

- Didelės galios reguliavimo ribos, pvz.10-100 %
- Greitas galios keitimas priklausomai nuo šilumos poreikių
- Greitas paleidimas
- Nėra pavojaus turbinos eroziniam pažeidimui
- Nereikia aukšto slėgio garo katilo, termotepalo katilo darbinis slėgis žemas , 2-4 bar
- Didelis automatizavimo laipsnis, galimas automatinis paleidimas/stabdymas
- Mažos remonto išlaidos
- ORC bloką galima pritaikyti esantiems biokuro katilams
- ORC pritaikomas žemo potencialo šilumos išnaudojimui

http://www.youtube.com/watch?v=_UGYTE1oojA&NR=1

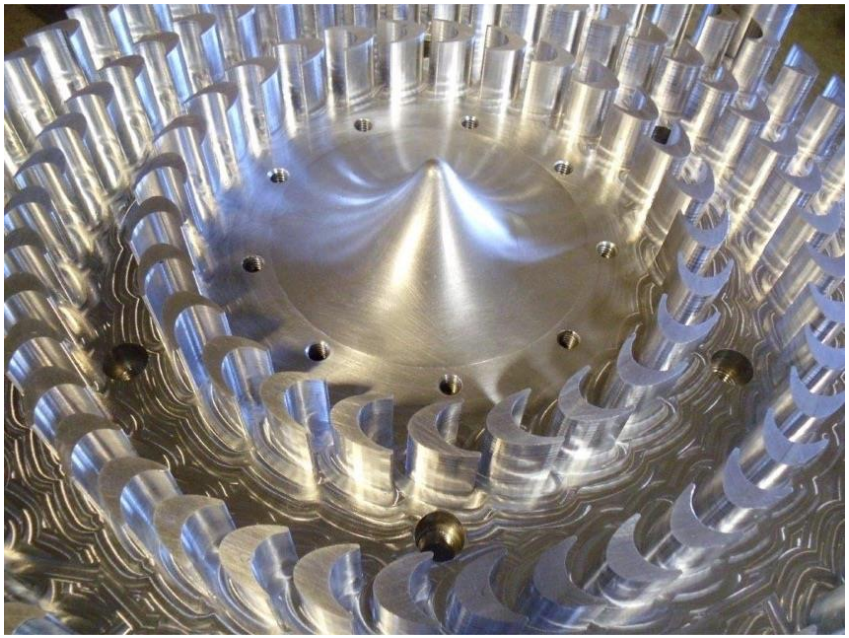
ORC elektros gamyba su žemų parametrų šilumnešiu





Elektros gamyba su žemų parametrų šilumnešiu

Elektros gamybos blokas



Turbina šilumnešiui freonui

Parametrai:

į elektros generacinį bloką vanduo 80 -140 C ,

kondensatoriaus aušyklei t< 30 C arba išlaikomas temperatūrų skirtumas ne mažiau kaip 65 C

1 kWelektros pagaminti reikia 12 kW šilumos
1 kWe srautas max 0,66 m3/h

1 kWe kondensatoriuje aušinantis srautas max 2 m3/h

Gaminami nuo 10 iki 400 kWe galios blokai

Elektros išeiga apie 15% nuo šilumos

Preliminarus ORC atsiperkamumo įvertinimas

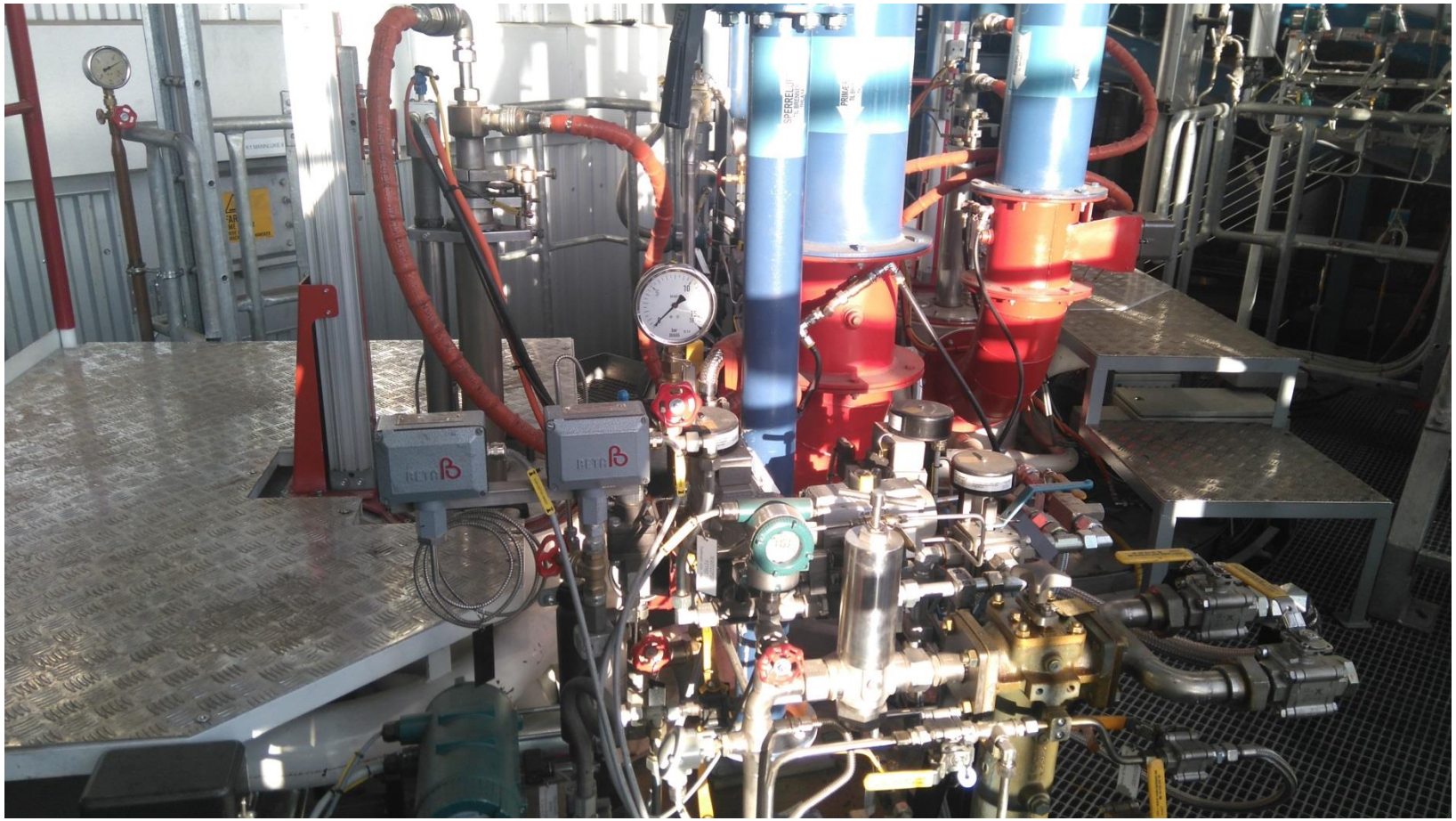
Sąlygos:

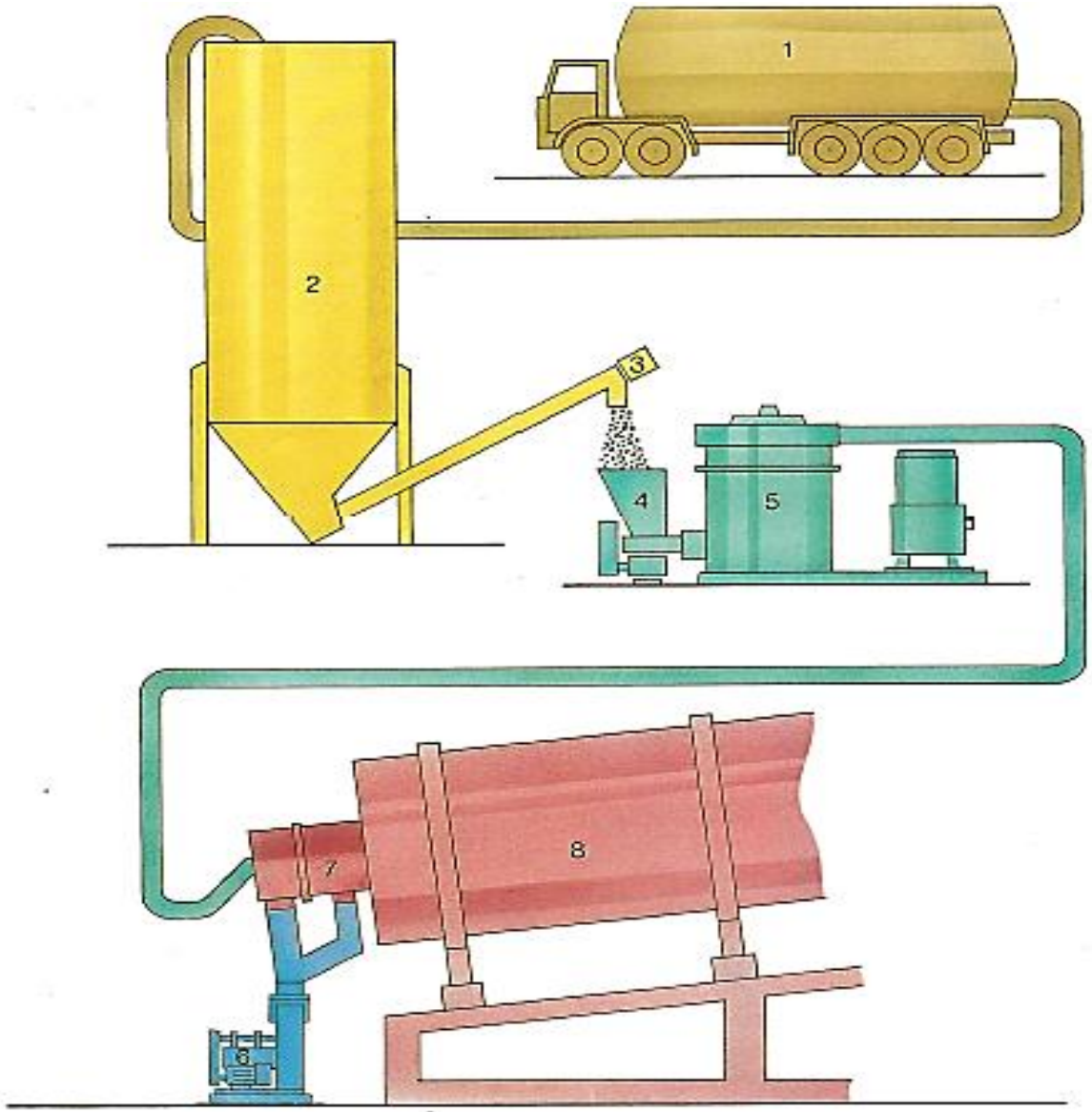
- Šilumos gamyba biokuru, savikaina 14 €/MWh
- VIAP 16€/MWh
- Šilumos praradimas ORC 500 kW nevertinamas, jeigu šiluma panaudojama kondensaciniame ekonomaizeryje
- Elektros gamyba ORC 250 kW
- Perkamos elektros kaina 10 ct/kWh
- Įrenginio naudojimas 8000 h/metus

Generuojamos pajamos apie 140 tūkst. € /metus

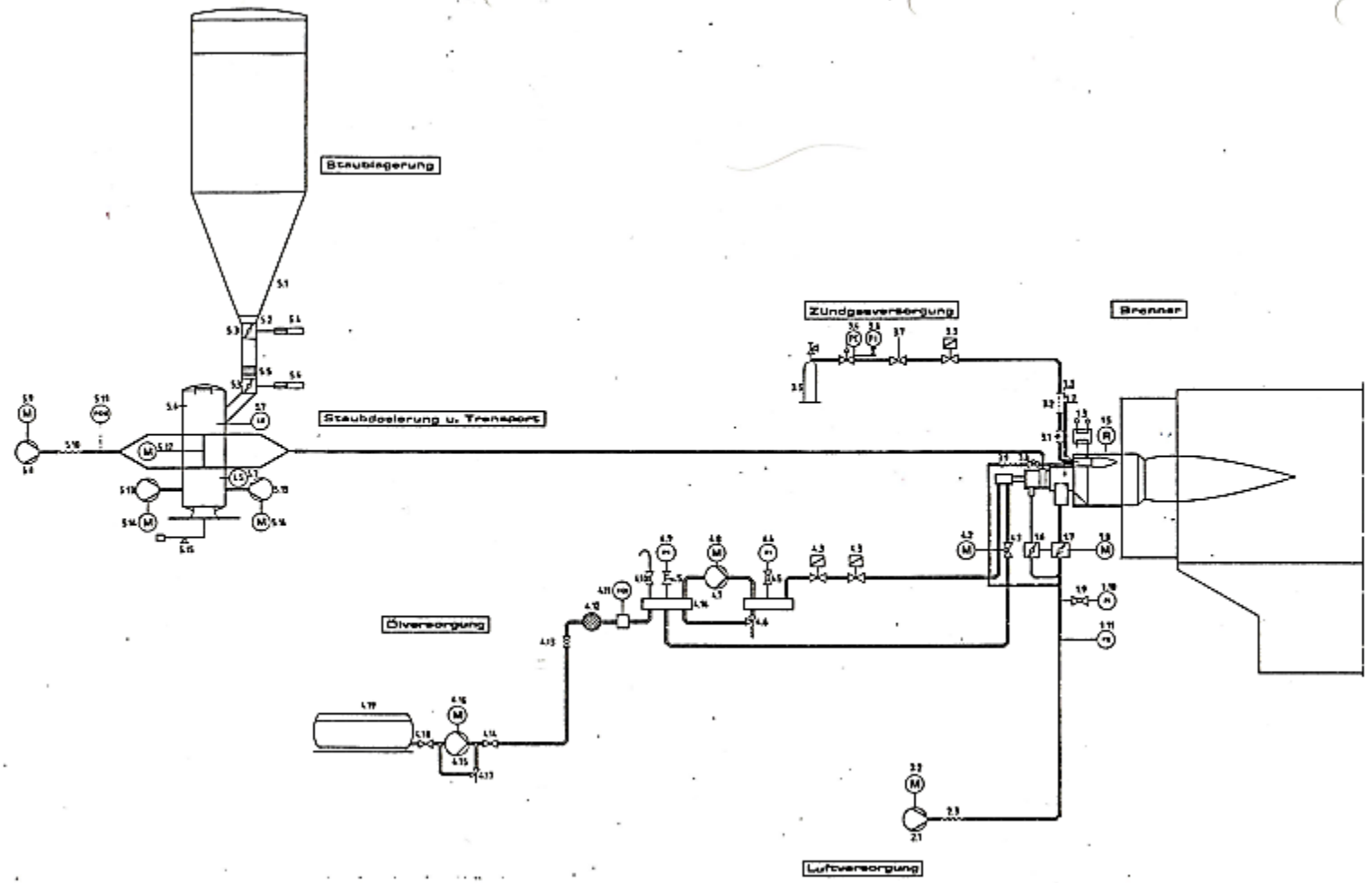
Atsiperkamumas apie 3-4 metai

Medienos dulkės vietoje rezervinio kuro




1
2
3
4
5
6
7
8

Medienos dulkių naudojimo technologinė schema



Oro pertekliaus kūrykloje mažinimas

Sumažinus deguonies koncentraciją katilo dūmuose pvz. nuo 6 % iki 4 % ,

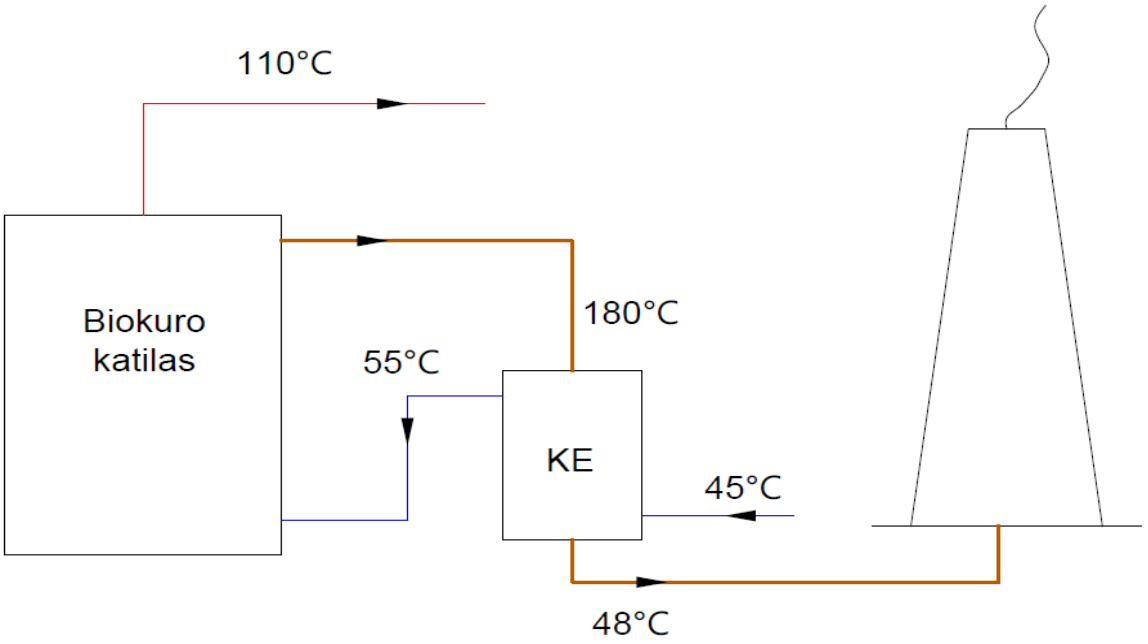
- Katilo naudingumo koeficientas padidėja 1-1,5 %
- Padidėja vandens garų kondensacijos temperatūra - padidėja kondensaciniame ekonomaizeryje paimamas šilumos kiekis
- Sumažėja elektros sąnaudos traukai ir pūtimui dėl mažesnio dūmų tūrio ir dėl mažesnio aerodinaminio pasipriešinimo visame oro-dūmų trakte
- Sumažėja NOx emisijos

Sąlygos:

- Nuolatinis O2 ir CO matavimas, kad nesusidarytų aukštos CO koncentracijos
- Automatinis antrinio oro valdymas priklausomai nuo O2 ir CO

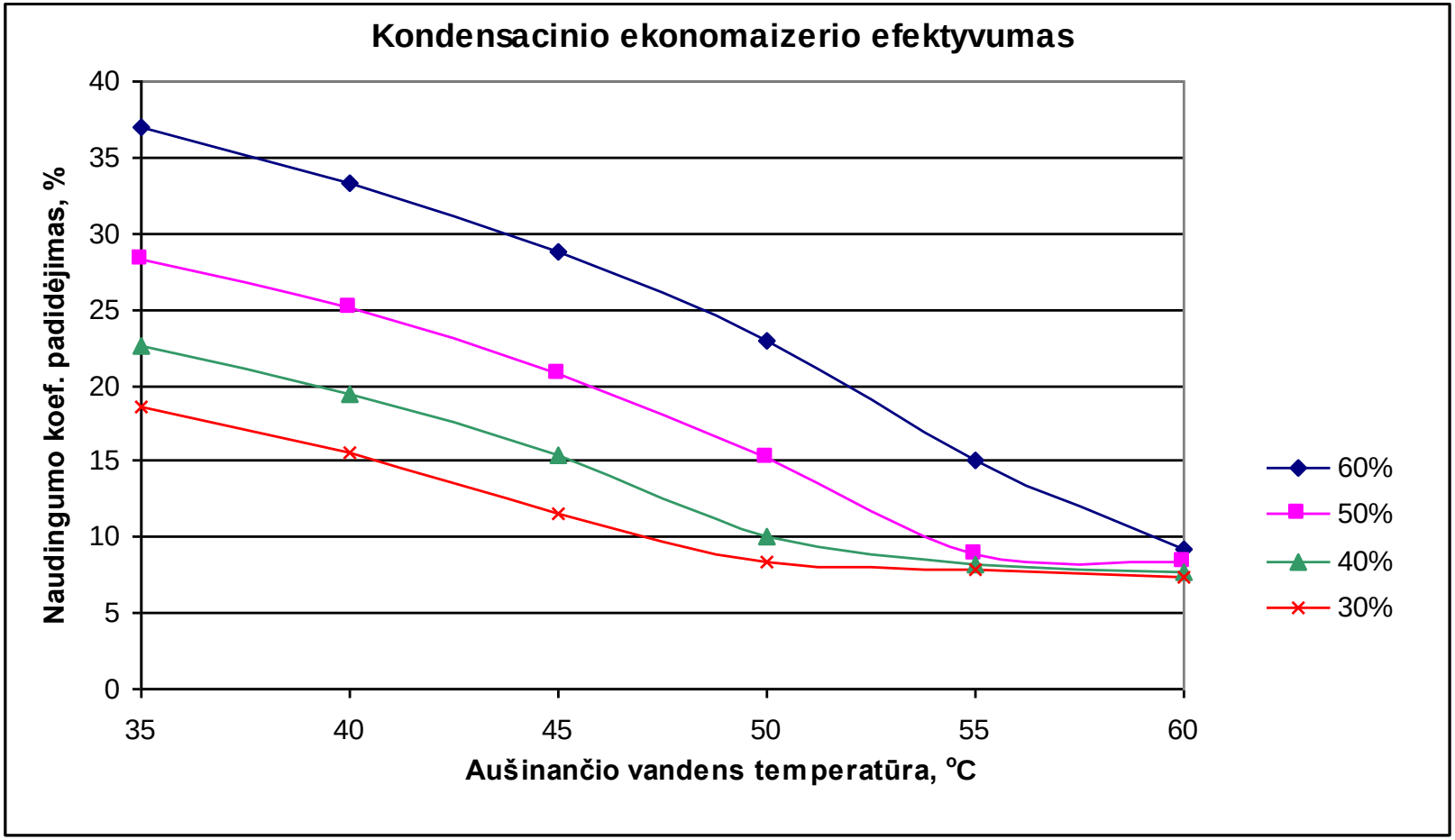
Kondensacijos šilumos panaudojimas

Principinė kondensacinio ekonomaizerio (KE) schema

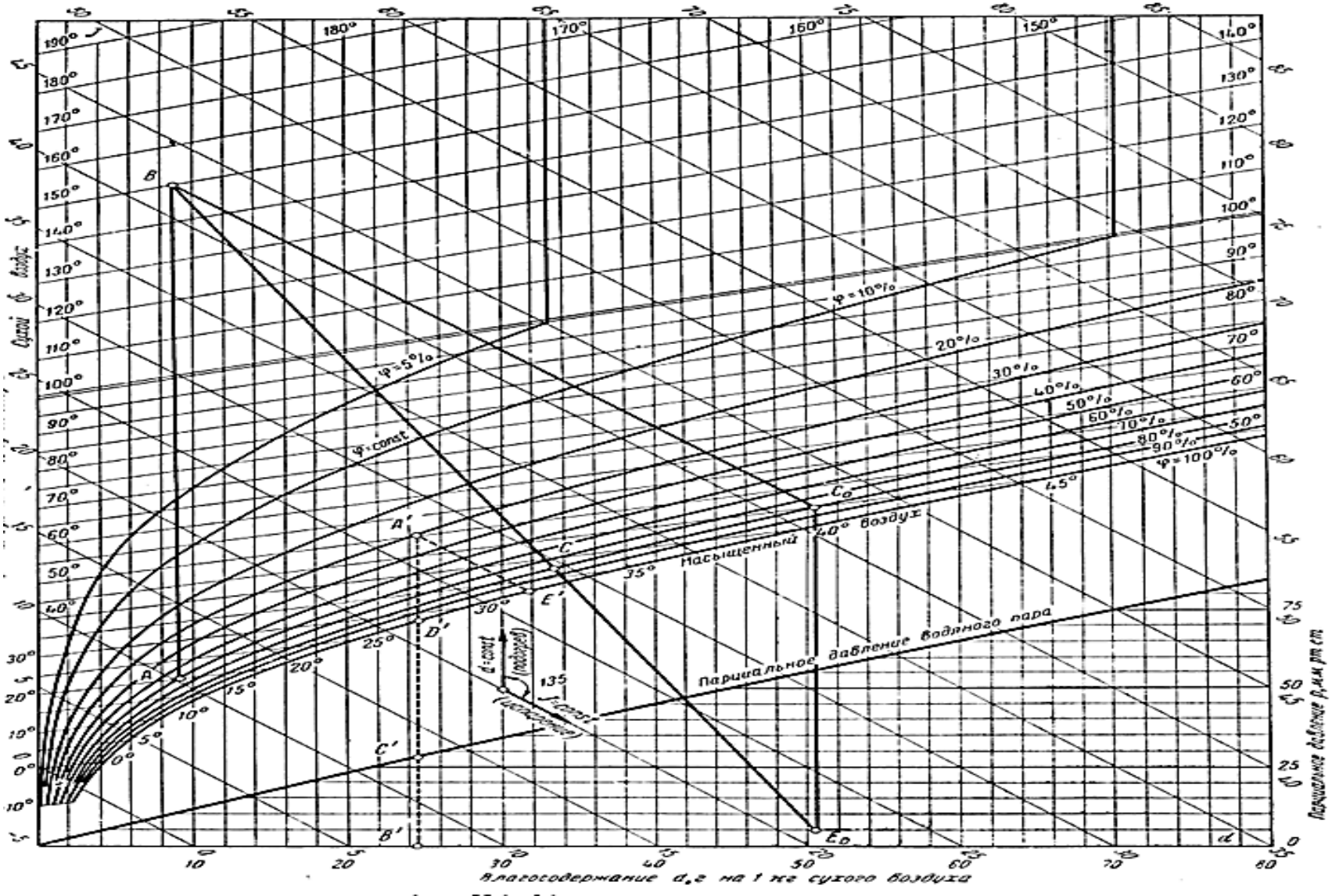


- **Dūmų šiluminis potencialas slaptosios garavimo šilumos pavidalu nėra pilnai išnaudotas;**
- **Kondensacinis ekonomaizeris padidina katilo NK nuo 86% iki 103%;**
- **Teorinė NK riba yra 120% (dujiniam kurui);**
- **Absorbcinis šilumos siurblys (AŠS) – priemonė dar padidinti sistemos (katilas + KE) naudingumo koeficientą.**

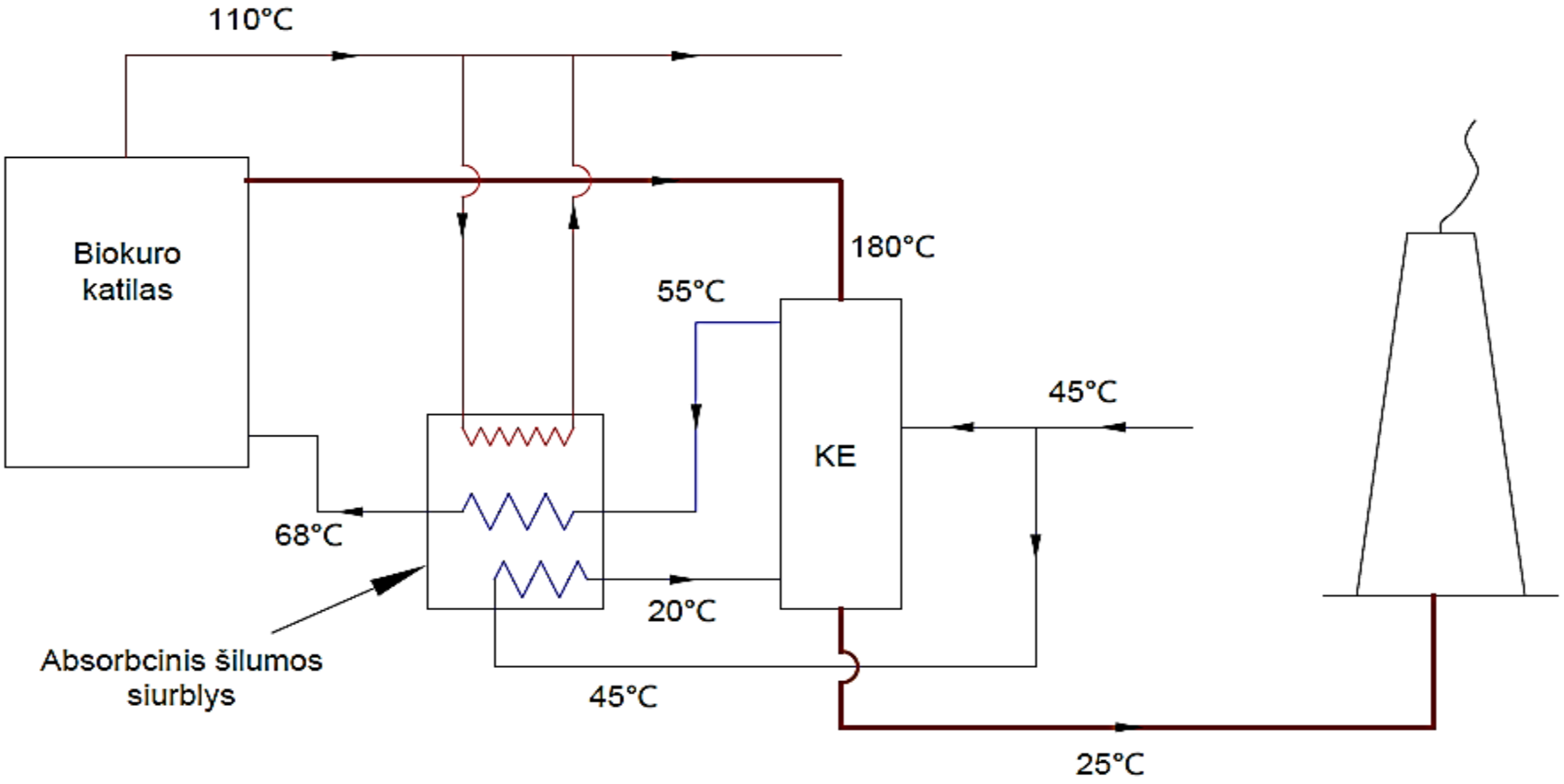
Kondensacinio ekonomaizerio efektyvumas



Pilnesnis kondensacijos šilumos panudojimas



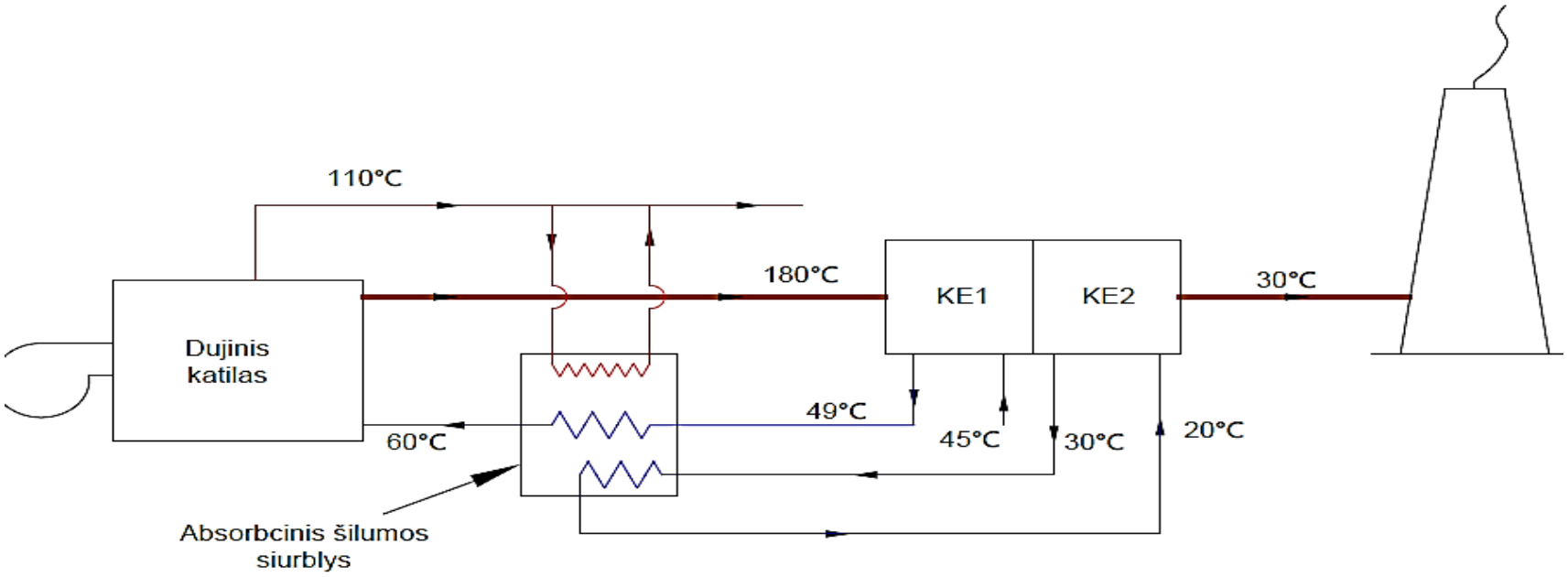
Biokuro KE galios padidinimas panaudojant absorbcinį šilumos siurblį



AŠS įdiegimas biokuro KE yra efektyvesnis kai:

- **grįžtamo termofikacinio vandens temperatūra yra aukštesnė;**
- **yra deginamas sausesnis kuras.**

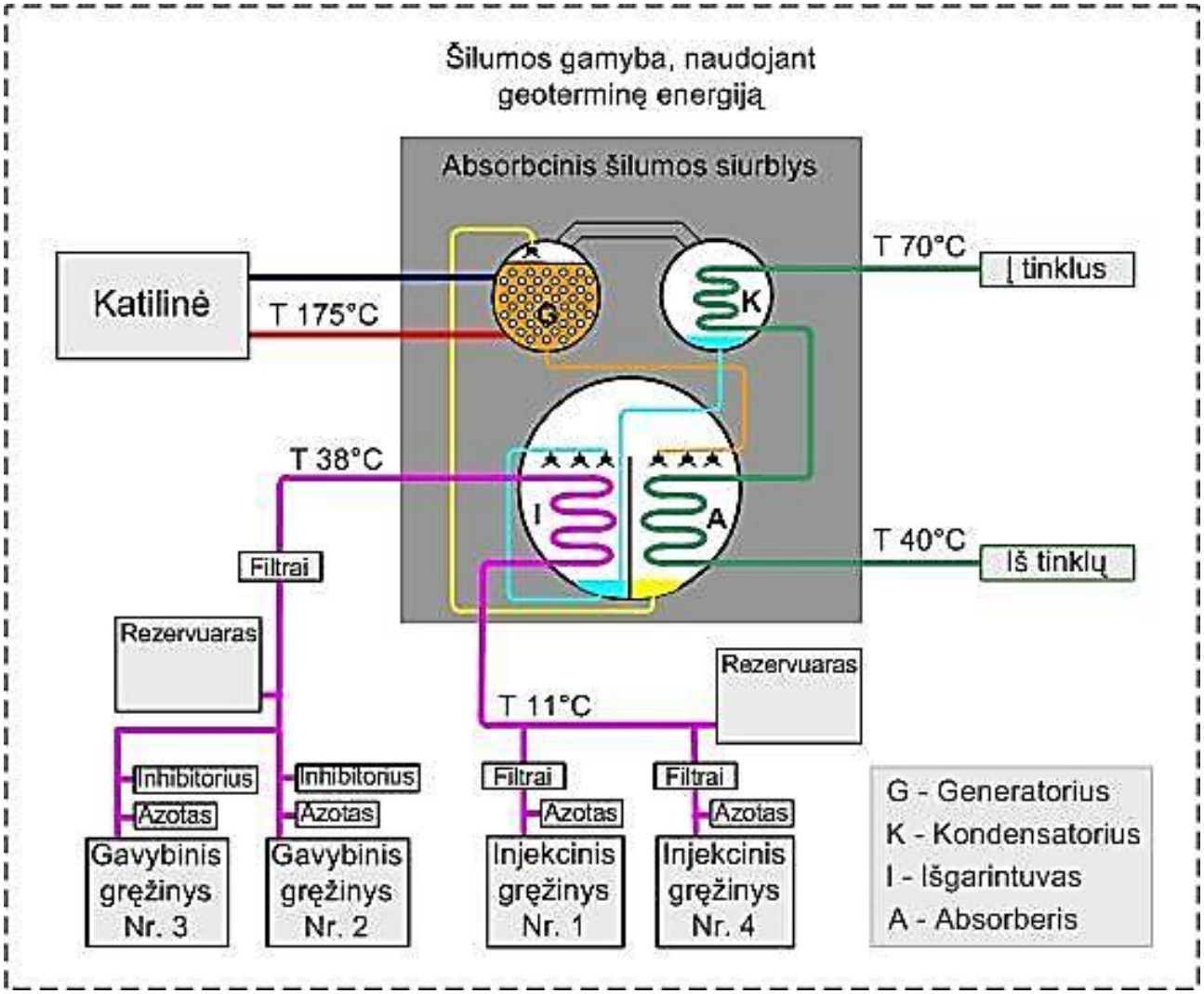
Dujinio KE galios padidinimas panaudojant absorbcinį šilumos siurbli



- **Įdiegus AŠS dujinio katilo NK išauga nuo 98% iki 108%;**
- **AŠS varomasis šilumos šaltinis – garas arba karštas vanduo iš katilo;**
- **Esantis KE išplečiamas pridedant papildomų modulių;**
- **Mažos el. energijos sąnaudos AŠS.**

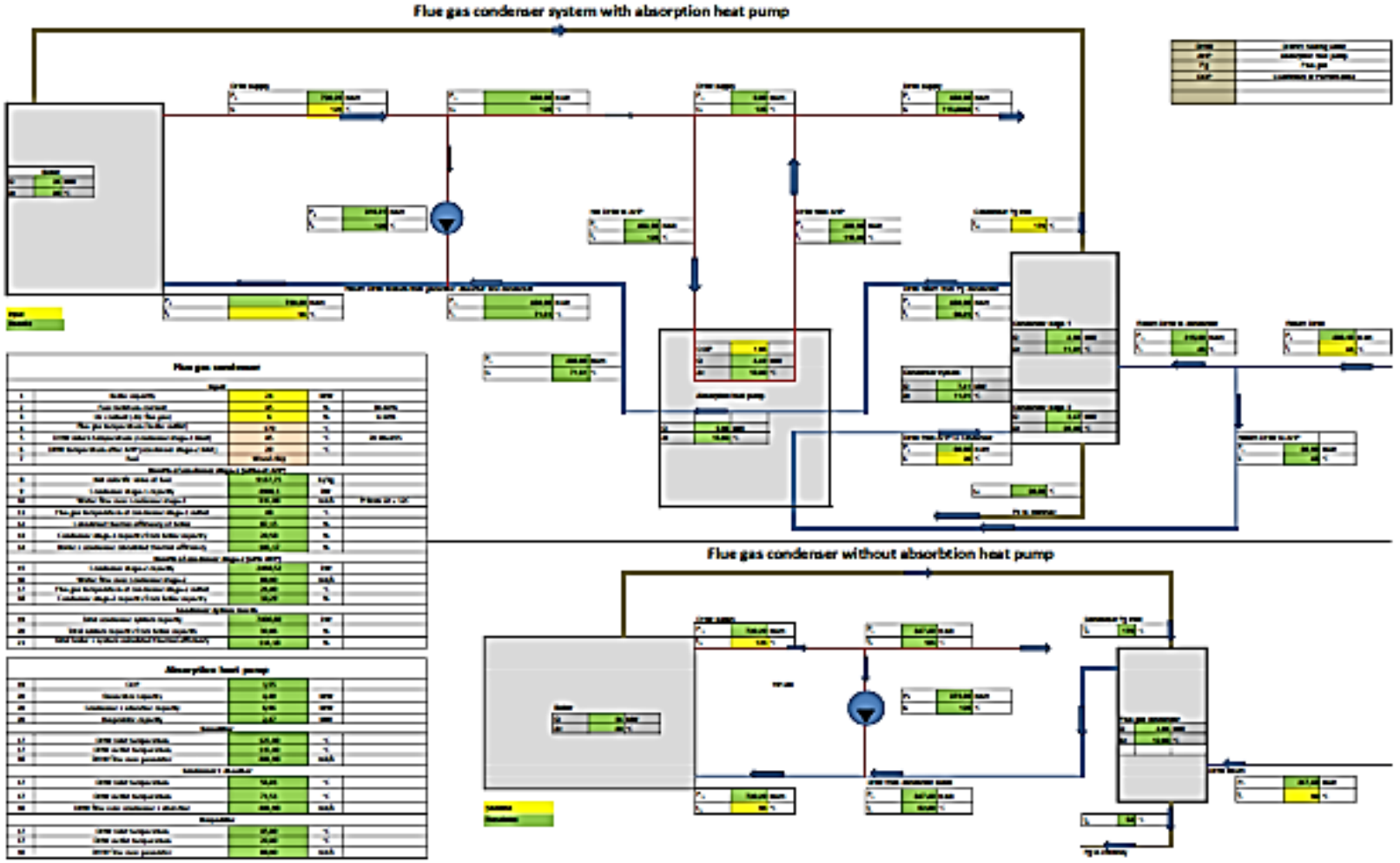
AŠS įdiegimas dujiniam KE yra palankesnis, kai grįžtamo termofikacinio vandens temperatūra yra aukštesnė.

Absorbcinis siurblys geoterminei šilumai



Absorbcinis siurblys 4 MW

Absorbcinio siurblio efektyvumo skaičiavimai



„Enerstena“ Mokslinių tyrimų centras kartu su KTU ir LEI mokslininkais

Projektas programoje „INTELEKTAS“

„Biokuro panaudojimo veiksmingumo didinimo bei taršos mažinimo technologijų tyrimas ir kūrimas“ 2,4 mln €

Bus sukūrti nauji produktai:

- NOx matavimo prietaisas
- Kietųjų dalelių emisijas mažinančios technologijos
- Optimizuotų parametrų kondensacinis ekonomaizeris
- „Išmanioji pakura“
- Šiaudų kurą kūrenantis katilas
- Specialios ardelės

Dėkoju už dėmesį

Sėkmės Jūsų darbuose !