

White Paper | 03-2026

Tehas kui kasutamata energiavaru

Kuidas muuta tööstuslik heitsoojus
konkurentsieeliseks

Juhtidele, kelle tehases on:

katlamaja

suruõhk

aur-kondensaat

jahutus

kuumutamine

10-min tehase energiasäästu kiirtest

Sisukord

Miks energiatõhusus tööstuses on juhtkonna teema?	2
Kus peituvad varjatud kulud ja raisatud raha?	4
Millised on väärtust loovad lahendused?	6
Tasuvusanalüüsi (ROI) näide: energiasäästulahendus keskmise suurusega tootmisettevõttele	10
Millest alustada?	12
10-min tehase energiasäästu kiirtest	14

Miks energiatõhusus tööstuses on juhtkonna teema?

⚠ Probleem: enamik tööstuseid raiskavad energiat ja vett iga päev

Energia ei ole tehases enam pelgalt tootmise sisend. Tänapäevases majanduskeskkonnas võib see olla kas kontrollimatu kulu ja riskiallikas või teadlikult juhitud konkurentsieelis, millel on otsene mõju ettevõtte kasumlikkusele (EBITDA).

Tööstuses võib energia moodustada **kuni kolmandiku** tootmiskuludest. Samal ajal näeme praktilises töös, et **5–15% kogu energiakulust on optimeeritav** ilma tootmismahtu muutmata. See tähendab keskmise suurusega tehase puhul sageli **sadu tuhandeid eurosid** puhas lisaväärtust aastas. Mis täna läheb lihtsalt raisku.

5–15%

**energiakulust
on optimeeritav**

Globaalses plaanis on soojusenergia üks kriitilisemaid energiakasutuse teemasid.

Soojusenergia moodustab ligikaudu poole maailma lõppenergiatarbimisest – oluliselt rohkem kui elekter (~20%) või transport (~30%). Samal ajal on soojuse tootmine ja kasutamine seotud üle 40% globaalsetest energiaga seotud CO₂-heitmetest. Seetõttu on soojuse dekarboniseerimine, eriti tööstuses, üks suurimaid väljakutseid kliimaeesmärkide saavutamisel, kuid samas ka üks suurimaid seni kasutamata võimalusi.*

50%

maailma
lõppenergiatarbimisest
moodustab soojusenergia

Üle 40%

energiapõhistest CO₂
emissioonidest on seotud
soojusega

Ca 50%

kogu soojus-
energiast tarbitakse
tööstuses

Just seetõttu on tööstus üks võtmevaldkondi, kus energia- ja kliimaprobleemid tegelikult lahendatakse – või lahendamata jäävad.

Rahvusvaheline Energiaagentuur (IEA) on korduvalt rõhutanud, et energiatõhusus on globaalse dekarboniseerimise "esimene kütus" ning tugevaim hoob, millega tööstusettevõtted saavad koheselt vähendada oma süsiniku jalajälge ja parandada majandustulemusi.**

Enamik tehaseid ei raiska energiat tahtlikult.
Nad lihtsalt ei juhi energiat tervikuna ega järjepidevalt.

Heitsoojuse taaskasutus, kondensaadi tagastus katlamajja, jahutuse optimeerimine ja katlamaja energiatõhusus on teemad, mida käsitletakse sageli eraldi. Tegelikkuses moodustavad need ühe tervikliku süsteemi.

See White Paper käsitleb, kuidas vaadelda tehist tervikliku energiasüsteemina ning kuidas muuta tööstuslik heitsoojus kulust äriliseks väärtuseks.

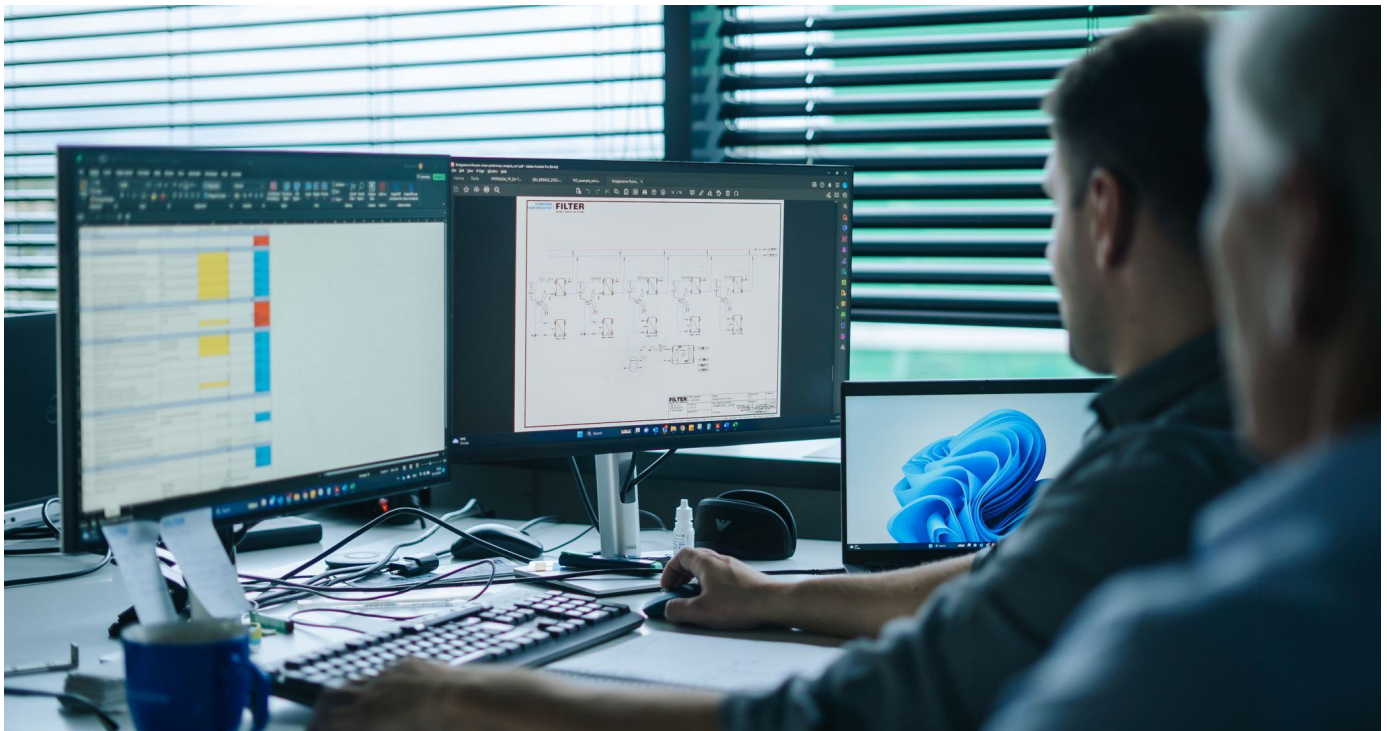
* Allikas: World Economic Forum, 2023 [We need to rethink the way we heat ourselves. Here's why](#)

** Allikas: IEA, 2022 [Energy Efficiency](#)

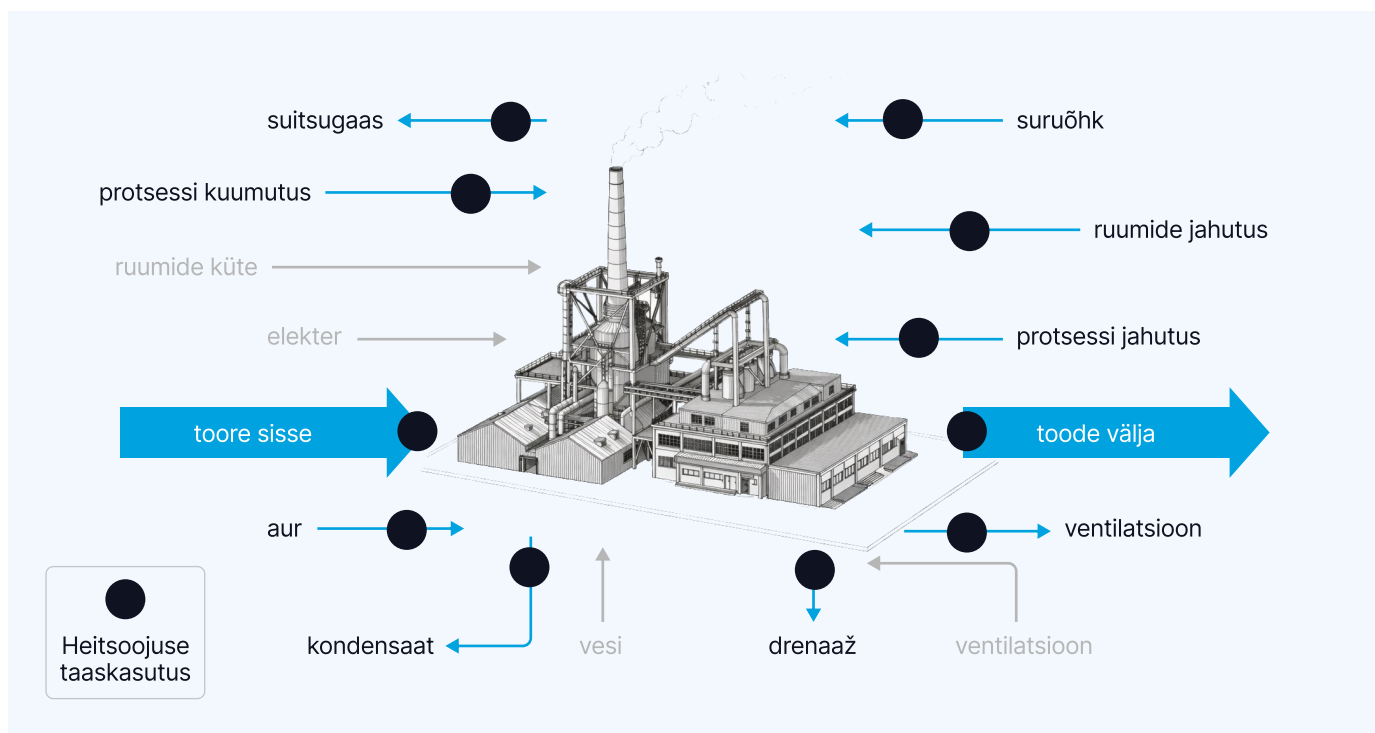
Kus peituvad varjatud kulud ja raisatud raha?

Igas tööstusettevõttes tekib heitsoojus ja esineb varjatud kulusid. Tüüpilised allikad on:

- suitsugaasid katlamajast
- aurusteemid (aurulekked, vigased kondesaadialdajad)
- kondensaadi mittetäielik tagastus ja saastumine
- jahutussüsteemid
- suruõhukompressorid
- ventilatsioon
- isoleerimata ventiilid, sifoonid, torud ja liitmikud
- puuduvad või puudulikud andmed



Kui see energia suunatakse keskkonda ilma taaskasutusega, on tegemist otsese rahalise kaoga. Energiatõhusus ei ole ühe seadme näitaja, vaid kogu energiasüsteemi toimimise tulemus. Protsesse tervikuna kaardistades leiame pea alati kohad, kus seni kaduma läinud heitsoojus kinni püüda ja väärtuseks muuta.



Tehas kui terviklik energiasüsteem. Süsteemse kaardistuse käigus määratakse energia sisendid ja väljundid, iga energiavoo temperatuur, kulu ja tarbiv seade. Alles seejärel saab hinnata, milline osa vajab investeerimist ja milline ainult paremat juhtimist.

Näiteks:

- Suitsugaasi temperatuur korstnas 200–250 °C tähendab, et märkimisväärne osa kasulikust soojusest lahkub heitgaasidena. Seda kadu saame vähendada ökonomauseriga.
- Protsessijahutus, mis eemaldab tootmisliinilt soojust, kuid ei anna seda tagasi süsteemi, tähendab topeltkulu – esmalt soojust tootmiseks, seejärel jahutamiseks.
- Kuum vesi, mis suunatakse kanalisatsiooni ilma soojustagastuseta, on otsene raiskamine.

Millised on väärtust loovad lahendused?

1. Esmane sääst

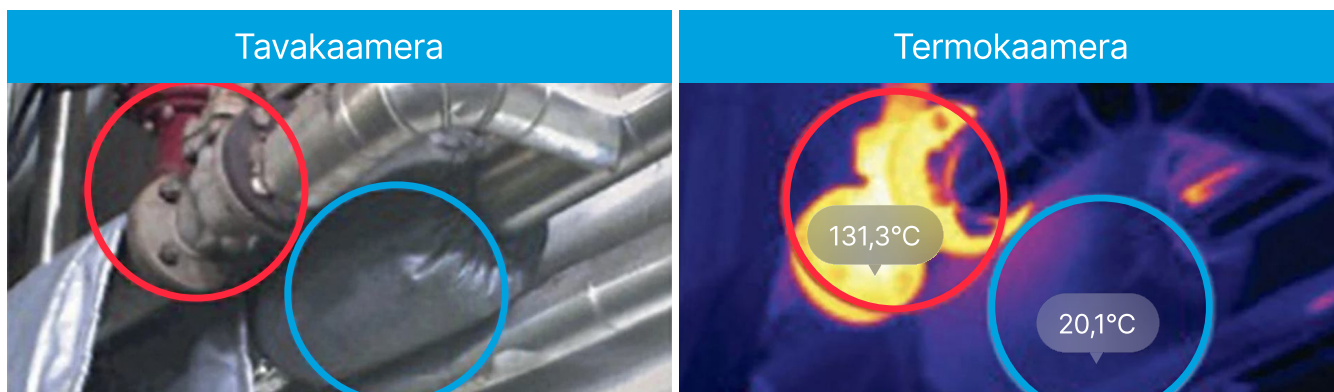
Sageli näeme oma auditites ja tehaseid külastades lihtsaid täiendusi, niinimetatud “madalalt rippuvaid vilju”, mis ei vaja suuri investeeringuid, kuid pakuvad tohutut väärtust.

- **Lekkivate kondensaadialdajate parandamine või vahetamine toob nii kiire säästu kui ka turvariskide likvideerimise.**

Tasuvusaeg võib olla isegi alates **2 kuust**. Lisaks on teema oluline ohutuse seisukohast - lekkiv kondensaadialdaja võib põhjustada torustikus hüdroloogi. Lekked kujutavad endast põletusohtu personalile ning võivad tekitada libedaid pindu.

- **Isolatsioonikatted vähendavad soojuskadu kuni 90%.**

Kõik üle 40 °C temperatuuriga pinnad tuleb isoleerida, sealhulgas katla pinnad, auru-kondensaaditorustikud ning toruarmatuur. **Tüüpiline tasuvusaeg on alla aasta.**



Näiteks 160 °C voolise korral on ühe isoleerimata DN100 reguleerventiili soojuskadu ühes tunnis keskmiselt 1199 W*. Pideva protsessi puhul võib maksimaalseks aastaseks kogukaoks tulla 10,5 MWh ühe ventiili kohta. Kui soojusenergia hinnaks võtta näiteks 45 €/MWh, tähendab see ligikaudu 470 euro suurust varjatud energiakulu aastas ühe ventiili kohta. Kui sarnaseid ventiile on tehases näiteks 100, võib kogukulu ulatuda ligikaudu 47 000 euronit aastas.

** Arvutuses kasutatud lähteandmed: õhu liikumise kiirus 2 m/s, ümbritseva keskkonna temperatuur 25 °C, ventiili kiirguskoeffitsient 0,95 ja töötundide arv aastas 8 760 tundi. Arvutus on tehtud äärikutega sadulventiili kohta.*

■ Madalalt rippuv vili, mis ei vaja suurt investeeringut – soojusvaheti.

Soojusvaheti suunab olemasoleva soojuse ühest voost teise, näiteks mõne teise protsessi eelsoojendamiseks tehases.

Spirax Sarco kogemuse põhjal on heitauru soojusvaheti (EVC) lahenduse tüüpiline tasuvusaeg **ligikaudu üks aasta või vähem**, sõltuvalt töörežiimist ja energiakuludest.



➤ EVC seade paigaldatakse kondensaadipaagi või aurukatla toitepaagi õhutusliinile.

Tüüpiline tasuvusaeg:

ca 1 aasta

2. Katlamaja energiatõhusus ja suitsugaasi soojuse taaskasutus

Suitsugaaside ökonomaizer peaks olema elementaarne osa igast korralikult projekteeritud katlamajast.

Ökonomaizerid võimaldavad:

- vähendada kütusekulu 4–10%
- tõsta katla kasutegurit
- vähendada CO₂ emissiooni

Tüüpiline tasuvusaeg:

1–2 aastat



3. Jahutuse ja heitsoojuse sidumine

Tootmises jahutatakse sageli protsesse, mille temperatuur jääb vahemikku 30–60 °C. Selline temperatuur ei ole enamasti piisav, et soojust otse tootmisprotsessi tagasi suunata.

Selleks kasutatakse **tööstuslikke soojuspumpasid**, mis tõstavad madalatemperatuurilise jääksoojuse potentsiaali kuni 180 °C ning võimaldavad seda kasutada:

- tehnilise vee eelsoojenduseks
- ruumide kütteks
- protsessi toetamiseks
- auru tootmiseks

See on energiatõhususe järgmine tase – madalakvaliteedilise energia väärimine.



» Oilon tööstuslikud soojuspumbad

4. Energia tootmine heitsoojusest või jääkproduktidest

Uue põlvkonna tehnoloogiad võimaldavad teatud juhtudel toota energiat nii heitsoojusest kui ka protsesside kõrvalproduktidest. Näiteks **absorptioonjahutid**, **ORC-tehnoloogia**, **mikroturbiinid** ja **koostootmisjaamad (CHP)**. Sellised lahendused suurendavad energiajulgeolekut ning vähendavad sõltuvust energiahindade kõikumisest. Kuna iga tööstus ja iga tehas on erinev, tuleb ka lahendused valida vastavalt konkreetse süsteemi võimalustele ja vajadustele.



5 MW koostootmisjaam ning biogaasi puhastussüsteem reoveepuhastusjaamas.

FILTER projekteeris ja ehitas Paljassaare reoveepuhastusjaamale 5 MW koguvõimsusega elektri- ja soojusenergia koostootmisjaama, mis võimaldab kohapeal tekkiva biogaasi maksimaalselt ära kasutada.

- Lahendus toodab kuni 2,1 MW elektrit ja 2,2 MW soojust ning koosneb kahest INNIO Jenbacher gaasimootorist, biogaasi puhastussüsteemist ja soojusvahetitest.
- Uus biogaasitaristu koos mõõte-, kuivatus- ja puhastusseadmetega tagab stabiilse ja kvaliteetse kütuse.
- Puhastatud biogaasi saab suunata ka olemasolevatesse kateldesse, mis tagab süsteemi paindlikkuse ning vähendab sõltuvust välistest energiaallikatest.

JENBACHER
INNIO
Distributor New Units & Services

Tasuvusanalüüsi (ROI) näide: energiasäästulahendus keskmise suurusega tootmisettevõttele

Teostasime ööpäevaringselt tootvale toiduainetööstuse tehasele energiasäästulahenduse. Tootmismahu ei muudetud, optimeeriti olemasolevat süsteemi.

- 8 t/h maagaasil töötav aurukatel
- Jahutus eemaldab keskmiselt 0,5 MW
- Tootmine töötab ca 8000 tundi aastas

Potentsiaal:

Kinnipüütud heitsoojus suitsugaasist:

0,2 MW → ~1400 MWh/a

Välditud jahutuse elektrikulu

> 300 MWh/a

Kinnipüütud heitsoojus tootmisest:

0,5 MW → ~3500 MWh/a

Kokku:

~ 5200 MWh/a

Kui lisada süsteemi ka **soojuspump** ning **täiendavad soojusvahetid**, on võimalik suunata veelgi rohkem kõrgetemperatuurilist soojust tootmisprotsesse toetama.

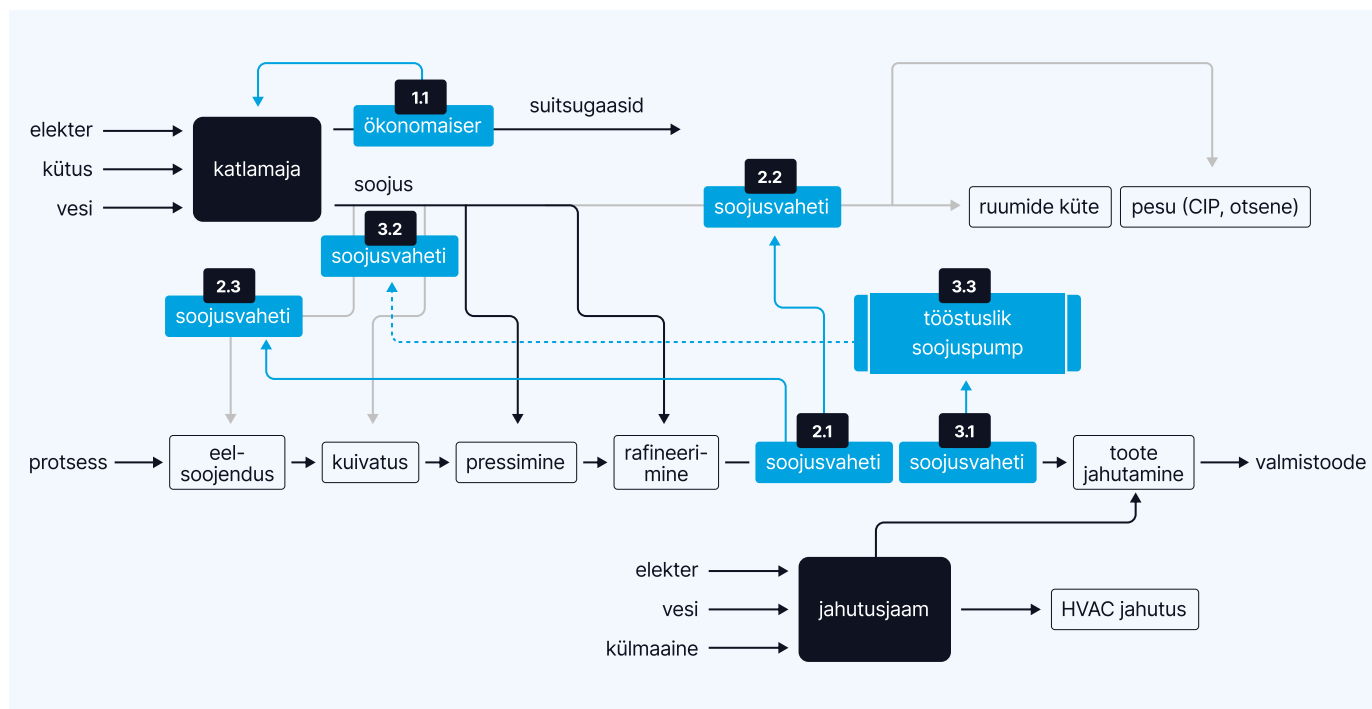
Projekti tasuvusaeg:

ca 3,6 aastat

Soojuspumbaga kinnipüütud soojusenergiapotentsiaal:

0,15 MW → ~ 1050 MWh/a

Energiasäästulahendusi saab rakendada samm-sammult, alustades lihtsamatest töödest. Selles näites on kolm peamist etappi.



➤ Joonis: näide energiasäästulahendusest keskmise suurusega toiduainetööstuse tehases. **Etapp 1** ökonomaiseri lisamine (1.1). **Etapp 2** soojusvahetite lisamine tootmisprotsessidest heitsoojuse kinnipüüdmiseks (2.1-2.3). **Etapp 3** täiendavate soojusvahetite ja soojuspumba lisamine (3.1-3.3).

Lahendus	Tagastatud energia (MWh/a)	Aastane rahaline mõju (€)	Hinnanguline investeering (€)	Tasuvusaeg (aastat)
Kinnipüütud heitsoojus suitsugaasist	1400	63 000 €	250 000 €	~4,0
Kinnipüütud heitsoojus tootmisest	3500	157 500 €	600 000 €	~3,8
Välditud jahutuse elektrikulu	300	24 000 €	80 000 €	~3,3
Kokku	5200	244 500 €	874 000 €	~3,6
Soojuspumbaga kinnipüütud soojus-energiapotentsiaal	1050	54 000 €	300 000 €	~5,5

* Arvutuste aluseks on gaas hinnaga 45 € MWh ja elekter hinnaga 80 € MWh.

Millest alustada?

Tõhus energiakasutus ei alga tehnoloogiast. See algab mõtteviisist ja õigetest küsimustest.

1. Vii läbi tehase energiasäästu võimaluste 10-minutiline kiirtest.

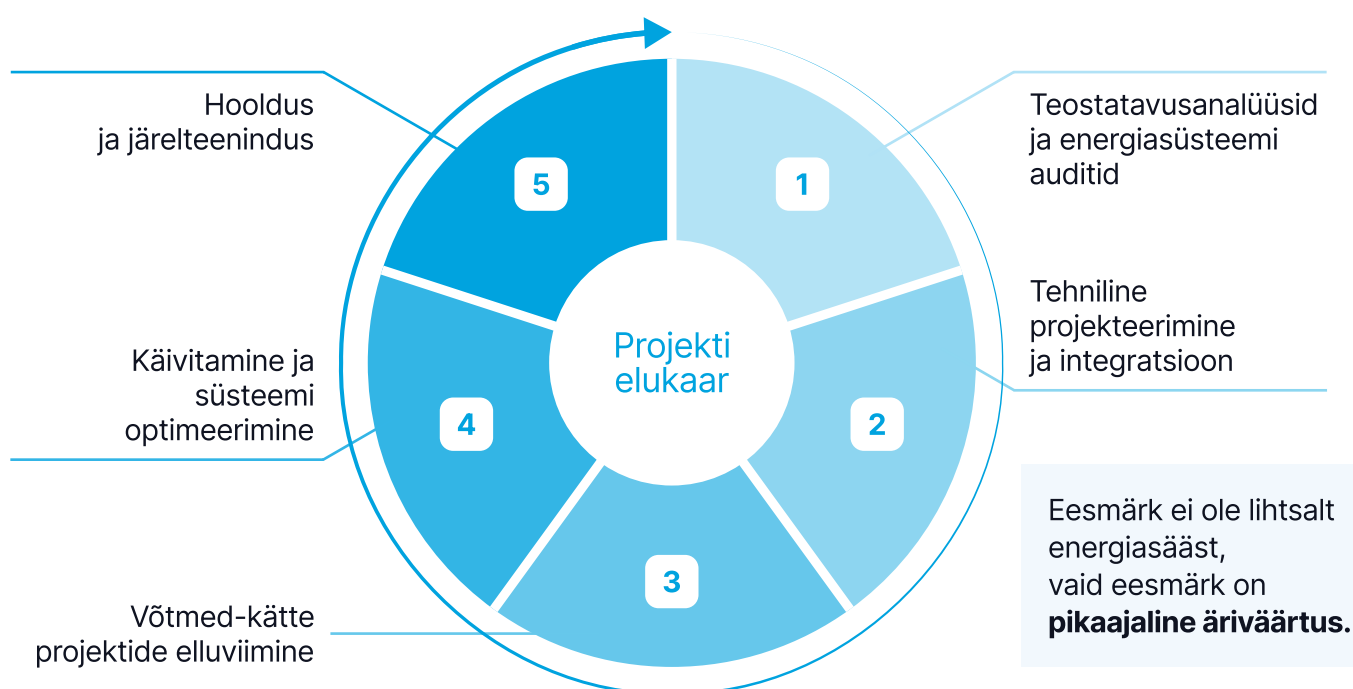
Küsi oma tehniliselt meeskonnalt, kas auru-kondensaadisüsteemi kontrollitakse regulaarselt lekete tuvastamiseks, kas kondensaadi temperatuuri mõõdetakse ja kas protsessijahutuse soojus suunatakse kasutusse.

Kui saate rohkem kui viis "Ei" või "Ei tea" vastust, on teie tehases selge kasutamata potentsiaal.

2. Telli protsessi energiasäästu audit.

Ilma andmete ja auditita tehakse otsuseid oletuste põhjal. Audit aitab koguda andmeid, teostada mõõtmisi, tuvastada soojusenergia sisendid ja väljundid ning luua täpse kulude-tulude analüüsi.

FILTER tegutseb insenerpartnerina kogu projekti elukaare jooksul:



PROTSESSI ENERGIASÄÄSTU AUDIT

Audit on vajalik teadliku otsuse tegemiseks. Kogenud FILTER protsessi insener süveneb teie protsesside ja energiakasutuse keerukustesse, tuvastab kasutamata energiavaru teie tehases ja koostab tulemuste põhjal ettepanekud tehase energiatõhususe parandamiseks ning samuti tasuvusanalüüsi antud hetke andmete põhjal.

Audit hõlmab:

- energia ressursitõhusus - leiame energia sisendid ja väljundid
- kütte- ja jahutussüsteemid
- vesi ja kanalisatsioon
- aur, kondensaad
- suitsugaas
- reguleerseadmed
- armatuur

Tehaseaudit koosneb järgmistest etappidest:



Uuri lisa või telli
audit: filter@filter.eu

Tehase energiasäästu kiirtest

See juhend aitab sul 10 minutiga hinnata, kas sinu tehases on kasutamata potentsiaali. Märgi vastus. Kui vastad rohkem kui 5 korral “Ei tea” või “Ei”, on potentsiaal olemas.

1. AUR JA KONDENSAAT

- Kas tead, mitu % kondensaadist jõuab katlamajja tagasi?
- Kas kondensaadi temperatuur on mõõdetud?
- Kas aurulekked on viimase 12 kuu jooksul süsteemselt kaardistatud?
- Kas aurusüsteemi tööõhk on kooskõlas tarbimisega?
- Kas kondensaadialdajad on regulaarselt testitud?

Kui vastasid mitmele küsimusele “Ei”, siis leidub potentsiaal tõenäoliselt auruleketes, madalas kondensaadi tagastuses või valesti projekteeritud / ehitatud auru-kondensaadisüsteemis.

Nendes kohtades maksab tehas sageli sama soojuse eest kaks korda – esmalt selle tootmisel ja seejärel uue vee ja energia kuluga katlamajas.

2. HEITSOOJUS

- Kas katla suitsugaasi temperatuur on teada?
- Kas teate, mis on teie katlamaja summaarne kasutegur?
- Kas katlale on paigaldatud ökonomaiser? Kui jah, kas ökonomaiser töötab täiskoormusel?
- Kas kompressorite või protsesside heitsoojus läheb kasutusse?
- Kas ruumide kütmine toimub osaliselt tootmisprotsessi heitenergiaga?

Kui vastasid mitmele küsimusele “Ei”, siis lahkub osa energiast tõenäoliselt süsteemist suitsugaaside, kompressorite või protsessijahutuse kaudu.

Just nendes voogudes peitub sageli suurim kasutamata energiavaru, mida saab suunata tagasi tootmisprotsessi või hoonete kütmiseks.

3. PROTSESSIJAHUTUS JA VENTILATSIOON

- Kas protsessijahutuse soojus juhitakse lihtsalt välja?
- Kas jahutus on juhitud vastavalt tarbimisele?
- Kas ventilatsioon töötab tootmisest sõltumatult (ööpäevaringselt)?

Kui vastasid mitmele küsimusele **“Ei”**, siis on tõenäoline, et osa energiast eemaldatakse protsessidest jahutuse või ventilatsiooni kaudu ilma seda taaskasutamata.

Sellistes olukordades on võimalik samaaegselt vähendada nii jahutuse elektrikulu kui ka kütteenergiat, sidudes need süsteemid tervikuks.

4. VESI JA DRENAAZ

- Kas tead, kuhu liigub protsessivesi pärast kasutust?
- Kas kuum vesi suunatakse kanalisatsiooni ilma soojustagastuseta?
- Kas tehnilise vee kvaliteeti mõõdetakse pidevalt?
- Kas kemikaalide doseerimine on seotud reaalse mõõdetud vajadusega?

Kui vastasid mitmele küsimusele **“Ei”**, siis võib osa energiast lahkuda süsteemist koos kuuma vee või reoveega.

Sageli peitub just nendes voogudes võimalus tagastada soojust, vähendada veekulu ning optimeerida kemikaalide doseerimist.

Uuri lisa või telli
audit: filter@filter.eu

FILTER on rahvusvaheline inseneriettevõtte enam kui **30-aastase** kogemusega tööstuslike energia-, auru- ja veelahenduste valdkonnas.



Projekteerime, ehitame ja hooldame terviklahendusi, mis suurendavad energiatõhusust, töökindlust ja protsesside efektiivsust.



Oleme pikaajaline partner ettevõtetele, kelle tegevus on ühiskonna jaoks kriitilise tähtsusega – joogiveest ja toidust kuni ravimite ja soojusenergeetikani.



Meie missioon

on arendada nutikat tulevikku, kus tööstused ei raiska energiat ega vett ning süsteemid toimivad stabiilselt ja keskkonda säästvalt, et tagada meelerahu kõigile.



Tehniline konsultatsioon:

Oskar Imre Saik, TalTech MSc
Soojusenergeetika insener, tase 7
FILTER protsessi müügiinsener,
oskar-imre.saik@filter.eu

FILTER POWERING
> INDUSTRY

FILTER Powering Industry

Nutikalt loodud tulevik.
Suurem meelerahu.

filter@filter.eu ➤ filter.eu ➤