

CIT Energy Management AB
A Chalmers Industriteknik company

Kursuse eesmärk

Anda juhiseid hoonete valdajatele, arhitektidele, projekteerijatele ning teistele ehitusvaldkonnas tegutsejatele

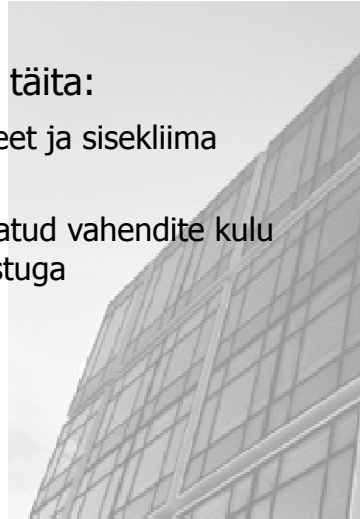
- ✓ *Investeeringute hindamine lähtuvalt Totaalprojekti metoodikast*
- ✓ *Üldised juhised Totaalprojekti edukaks läbiviimiseks*
- ✓ *Olulised aspektid energiaauditite tegemisel ja energiasäästu arvutuslikul hindamisel*

Okt - Nov 2012 Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel 2

Eeldused hoonete energiatõhususe tõstmisel

Olulised kriteeriumid mida tuleb täita:

- Hoone otstarbekus, tehniline kvaliteet ja sisekliima peab jääma samaks või paranema
- Energiatarbe vähendamiseks kasutatud vahendite kulu peab olema tasakaalus energiasäästuga



Eeldused energiainvesteeringute tegemiseks

- Investeering on majanduslikult tasuv
- Andmed kaasnevast säästust ning seotud investeeringust on usaldusväärsed



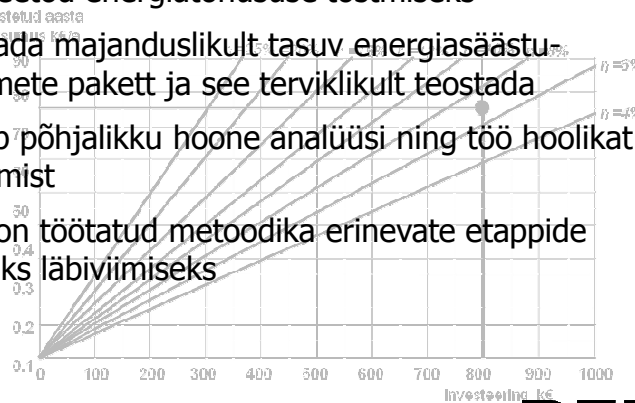
Energiatõhususe tõstmise strateegia

- Üksikute tasuvate meetmete läbiviimisel võib energiasääst olla väike...
- Suurima säästu saavutamiseks tuleks rakendada võimalikke meetmeid **ühtse tasuva säästumeetmete paketina**
- Tasuvuse hindamisel tuleks arvestada nii hinnamuutusi kui ka investeeringute majanduslikku eluiga



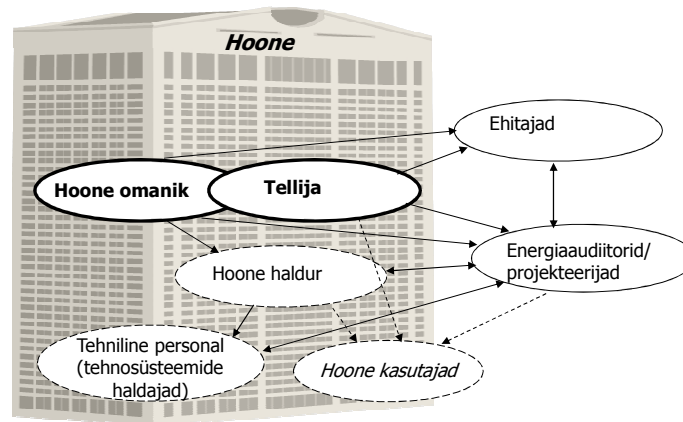
BELOK Totaalprojekt

- Töömeetod energiatõhususe tõstmiseks
- Koostada majanduslikult tasuv energiasäästumeetmete pakett ja see terviklikult teostada
- Eeldab põhjalikku hoone analüüsi ning töö hoolikat läbiviimist
- Välja on töötatud metoodika erinevate etappide edukaks läbiviimiseks



BELOK

Totaalprojekti läbiviimise erinevad osapooled



Okt - Nov 2012

Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel

7

Totaalprojekti läbiviimise maksumus- Näited Rootsi varal

Energiasäästu meetmete hindamine	} 3 - 4 €/m ²
Kulude analüüs	
Energiaarvutused	} 2 - 3 €/m ²
Projekteerimine	
Meetmete paketi läbiviimine	50 - 80 €/m ²
Tulemuste hindamine, järelkontroll	1 - 2 €/m ²
Kokku (v.a. KM)	ca 55 - 90 €/m²

Kulude kokkuhoid jääb vahemikku 7-11 €/(m²a)

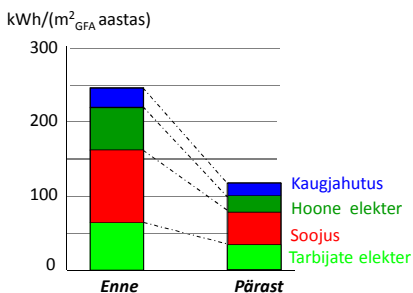
Okt - Nov 2012

Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel

8

Tasuvusnõuded ja tulemused

- Tellija/kinnisvara omanik määrab nõuded tasuvusele
- Enamasti jääb tasuvus 5-15 % piiridesse
- Oluline on arvestada ka suhtelise energiahinna muutusega
- Tulemuseks energiakasutuse vähenemine kuni 50 %



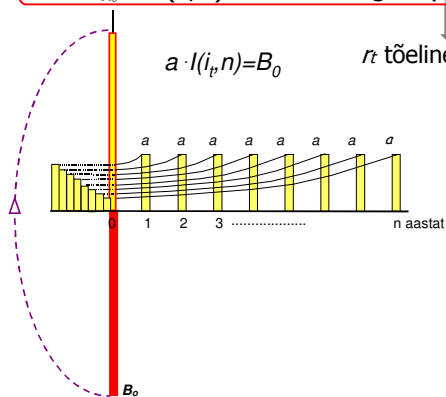
Okt - Nov 2012

Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel

9

Tulu sisenormi meetod

$$\text{Aastas säästetud maksumus (€/a)} \cdot \text{Diskonteeritud tulu tegur } I(r_t, n) = \text{Investeering (€)}$$



r_t tõeline intress

Tasuvuse tingimus:

$$r_t > r_a - q$$

Investeering on majanduslikult tasuv, kui aastas säästetud maksumus €/a) annab sama või suurema intressi kui tõelise intressi määratud alumine piir (%)

Okt - Nov 2012

Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel

10

CIT Energy Management AB
A Chalmers Industriteknik company

Tõelise intressi graafik

Investeering on majanduslikult tasuv, kui aastas säästetud maksumus (€/a,) annab sama või suurema intressi kui tõelise intressi määratud alumine piir (%)

Säästetud aastamaksumus €/a

Tõeline intress r_t
 $r=25\%$ $r=20\%$ $r=15\%$ $r=12\%$ $r=10\%$ $r=8\%$ $r=6\%$ $r=4\%$

Näiteks hoone omaniku pikaajsete investeeringute kriteerium on, et reaalne tõeline intress peab olema vähemalt 8%. Samaaegselt oletab ta, et energiahinnade suhteline tõus saab olema 2% aastas:

$r = 8\%$
 $q = 2\%$
 $r - q = 6\%$

Näide:
 Investeering 4000 €
 Tulu 550 €/a
 Graafikust $r_t \sim 12,5\%$

$a/A = 550/4000 = 0,14$

Kontroll: $P(12,5,20) -0,14$

Okt - Nov 2012 Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel 11

CIT Energy Management AB
A Chalmers Industriteknik company

Säästumeetmed tõelise intressi graafikul

Investeering – kulude kokkuhoid

Aastas säästetud maksumus k€/a

Tõeline intress r_t
 $r=25\%$ $r=20\%$ $r=15\%$ $r=12\%$ $r=10\%$ $r=8\%$

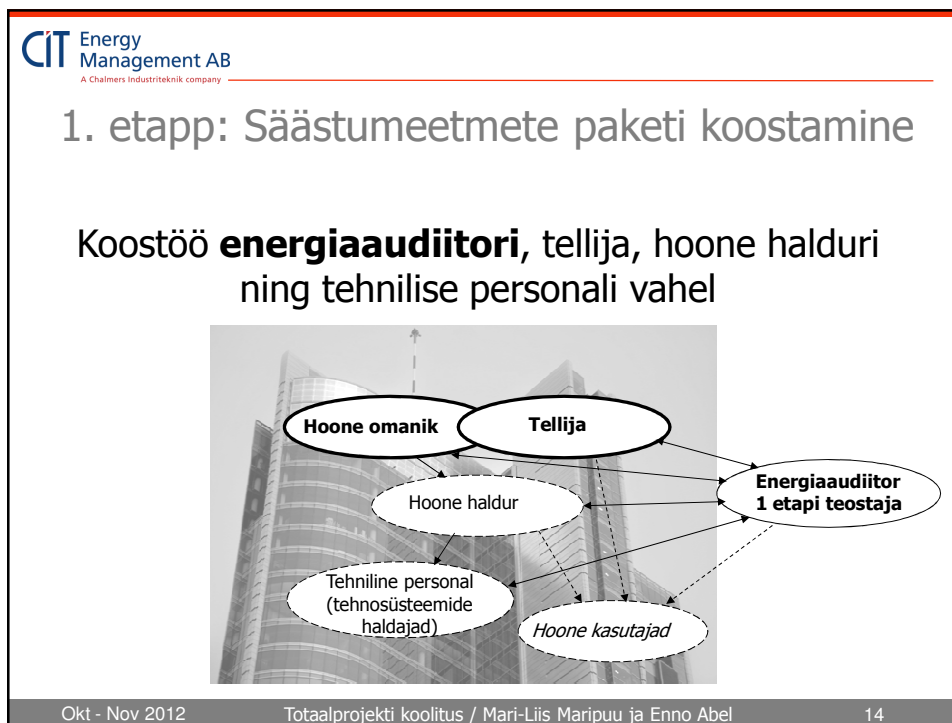
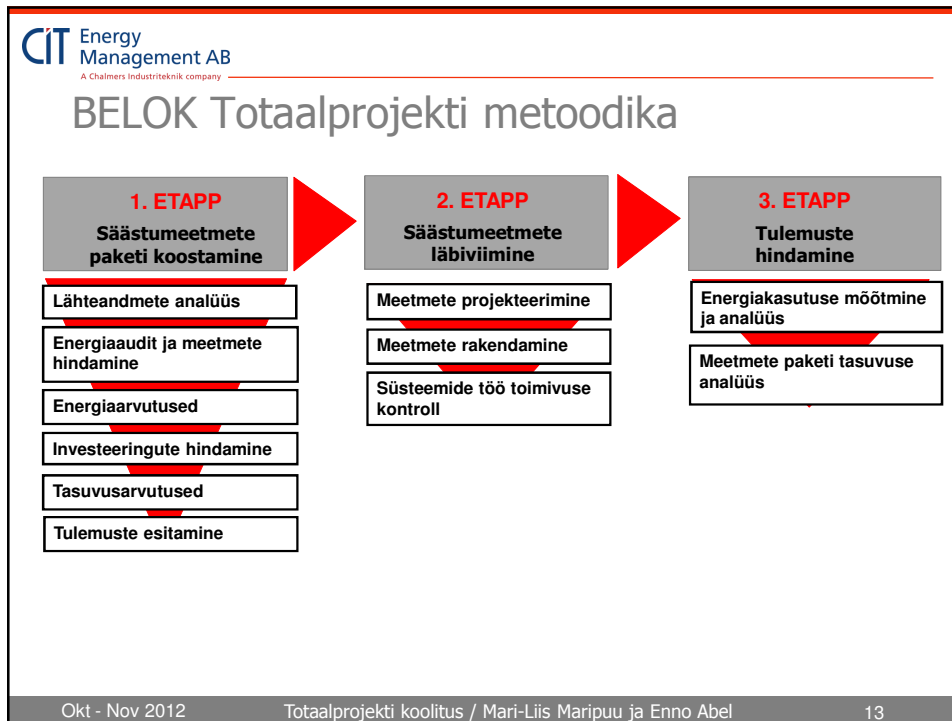
7% - 2% = 5%
 6%
 4%
 Tasuvusnõue 7%
 Energiahinna relativne tõus 2% aastas
 Tasuvuse piir 7-2=5%

Energiasääst ca 30%
 Energiasääst ca 50%

Pakett tervikuna peab vastama investeerija poolsele investeeringu tasuvuse tingimusele!

Tasuvad meetmed aitavad "kanda" üksikult vähem tasuvamaid meetmeid...

Okt - Nov 2012 Totaalprojekti koolitus / Mari-Liis Maripuu ja Enno Abel 12



Energiaauditi läbiviimine BELOK-i Totaalprojektis...

- Kaardistatakse ning analüüsitakse olemasolevaid andmeid hoone seisukorra kindlakstegemiseks
- Objektil olles uuritakse põhjalikumalt hoonet ja selle tehnosüsteeme ning kogutakse hoone kasutust puudutavat infot
- Hinnatakse praktiliselt võimalikke ja energiasäästu koha pealt otstarbekaid energiasäästumeetmeid ning nende teostamise võimalikkust
- Teostatakse vajalikke mõõtmisi, kogutakse andmeid energiaarvutuste ja investeringute hindamise tarvis

Energiasäästumeetmete hindamine

Totaalprojekti metoodika kohaselt saab kaasata ka suuremamahulisi investeringuid

Oluline on leida nii palju säästumeetmeid kui praktiliselt võimalik, kuid mis energiasäästu koha pealt on otstarbekad



Energiaarvutuste teostamine

- Kasutada kontrollitud tarkvara, mis arvestab ka hoone tarindi soojussalvestust ning soojusvahetuse mõju ajas
- Koostatada olemasolevale hoonele arvutusmudel, mis kalibreeritakse tegelikust energiakasutusest lähtuvalt
- Energiasäästu meetmeid arvutatakse astmeliselt, nende **omavahelise koosmõju** määramiseks

Olulised on õiged lähteandmed, mis põhinevad hoone tegelikule kasutusele...

Meetmete investeringute hindamine

- Tellija määrab ära meetmete investeringu hindamise alused
- Energiasäästumeetmeid otseselt mitte puuduvad kulud hoida eraldi
- Meetmete investeringu hindamisel arvestada ka võimalike meetmete koosteostamise mõju

Tasuvusarvutused

Arvutatud säästetud aastamaksumus:

$$\text{kogutulu} = \text{energia} + \text{muu sääst} - \text{kulud}$$



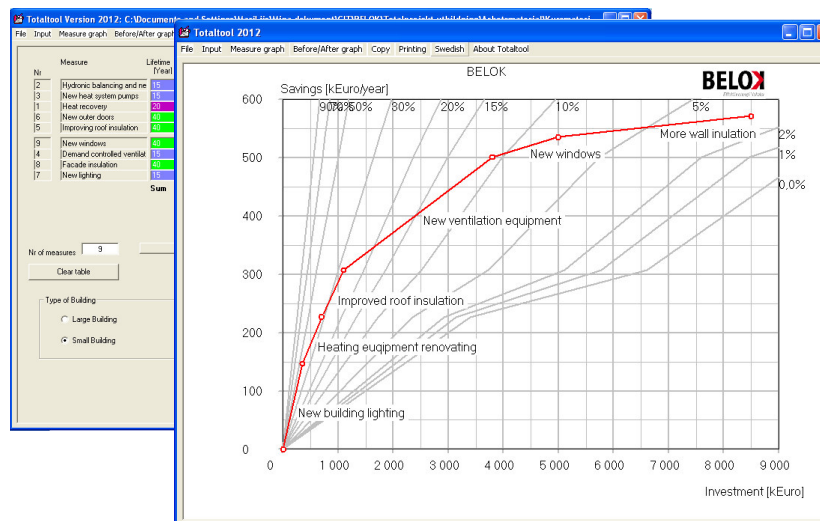
Meetme tasuvuse hinnang

Arvutuslik amortisatsiooniaeg

Investeeringu suurus

Identified measure (M)	Invest. cost k€	Calculation period yrs	Heat energy saving kWh/m ² -yr	Heat energy saving k€/yr	El. energy saving kWh/m ² -yr	El. energy saving k€/yr	Other savings k€/yr	Savings in total k€/yr
M1: Ventilation heat recovery	70	20	65	13	-2	-1	0	12
M2: Hydronic balancing and new thermostats	10	15	15	3	0	0	0	3
M3: New heat system pumps	5	15	0	0	3	1	0	1
M4: DCV system	100	15	5	1	20	7	-0,5	7,5
M5: Improved roof insulation	60	40	15	3	0	0	0	3
M6: New outer doors	10	40	3	0,5	0	0	0	0,5
M7: New lighting	80	15	-5	-1	10	3,5	0,5	3
M8: Facade insulation	120	40	10	2	0	0	0	2
M9: New windows	100	40	20	4	0	0	0	4

BELOK Totaltool



1. etapi tulemuste esitus...

... on tellijapoolse investeerimisotsuse aluseks
....on aluseks projekteerimisele 2. etapis

Esitama peaks:

- ✓ Ülevaade hoone seisukorrast täna
- ✓ Detailne meetmete kirjeldus
- ✓ Meetmete arvutuslik aastas säästetud maksumus ning vajalik investering; ära tuua ka arvutusteks tehtud eeldused
- ✓ Tasuvusarvutuste tulemus säästumeetmete paketina ning energiakasutus enne ja peale meetmete läbiviimist

1. etapp: tellija roll ja ülesanded

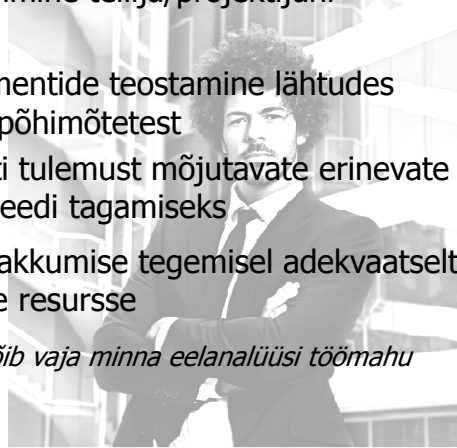
- Hanke teostamine energiaaudiitori leidmiseks
- Tagada energiaaudiitori ligipääs töö teostamiseks vajalikule informatsioonile
- Planeerida ja kooskõlastada firmasiseseid projektiks vajalikke resurse/inimesi
- 1. etapi tulemuste esitamine asjaosalistele investeerimisotsuste vastuvõtmiseks
- 2. etapi planeerimine



1. etapp: Energiaaudiitori ülesanded

- Töö planeerimine ja läbiviimine tellija/projektijuhi ettekirjutustest lähtuvalt
- 1. etapi erinevate töomomentide teostamine lähtudes Totaalprojekti metoodika põhimõtetest
- Koostöö tegemine projekti tulemust mõjutavate erinevate osapooltega hea töökvaliteedi tagamiseks
- Oluline on hinnata juba pakkumise tegemisel adekvaatselt töö teostamiseks vajalikke resursse

kompleksete hoonete korral võib vaja minna eelanalüüsi töömahu hindamiseks



2. etapp: Säätumete läbiviimine

Põhineb hästi läbimõeldud **hankel**, hoolikal meetmete **projekteerimisel** ning **teostamisel**



Meetmete projekteerimine

- Meetmed nõuavad suuremal või vähemal määral detailset projekteerimist
- Projekteerimisetapis teostatakse energiasäästu meetmetele detailsem planeerimine ning projekteerimine
- Projekteerimine on aluseks ehituse teostamiseks



Meetmete paketi läbiviimine/ehitustööd

- Meetmed teostatakse tervikuna
- Arvesse tuleb võtta, kuidas meetmete läbiviimine mõjutab hoone kasutajaid, üürnikke
- Oluline on hoone omaniku/tellijaja üürnike vaheline dialoog



Süsteemide töö toimivuse kontroll

Enne objekti üleandmist tuleb teostada süsteemi töö ja funktsioonide toimivuse kontroll ning vajadusel teha parandused kõrvalekallete likvideerimiseks

Ehitaja ei tohi enne objekti üle anda, kui süsteemide toimivuse kontroll on läbi viidud

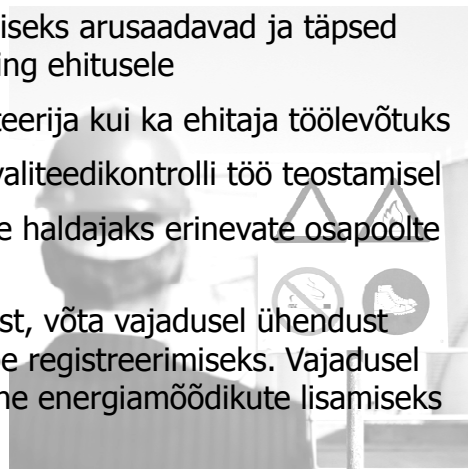
Näited olulistest kontrollpunktidest olenevalt meetmest:

- ✓ Ventilatsiooni süsteemis soojustagasti temperatuuri suhtarv, õhu vooluhulgad, temperatuurid
- ✓ Süsteemide automaatika kontroll
- ✓ Ventiilide ja pumpade töö



2. Etapp: tellija roll ja ülesanded

- Panna paika hanke teostamiseks arusaadavad ja täpsed nõuded projekteerimisele ning ehitusele
- Teostada hanked nii projekteerija kui ka ehitaja töölevõtuks
- Teostada järelvalvet ning kvaliteedikontrolli töö teostamisel
- Olla informatsiooni vahetuse haldajaks erinevate osapoolte vahel
- Planeerida 3. etapi läbiviimist, võta vajadusel ühendust üürnikega nende elektritarbe registreerimiseks. Vajadusel anda projekteerijale ülesanne energiamõõdikute lisamiseks



2. Etapp: Projekteerija kohustused ja vastutus

- Planeerida ja teostada projekteerimine tellija/projektijuhi ettekirjutustest lähtuvalt
- Teostada meetmete projekteerimine lähtudes 1. etapi raportist
- Vajadusel teha koostööd projekti tulemust mõjutavate erinevate osapooltega hea töö kvaliteedi tagamiseks
- Konsulterida 1. etapi teostanud energiasüsteemidega erinevate meetmete detailide täpsustamiseks
- Kokkuleppel tellijaga lisada projekti vajalikud energiamõõdikud soojuse-, elektri-, jahutusenergia mõõtmiseks



2. Etapp: Ehitaja kohustused ja vastutus

- Praktiliselt teostada säästumeetmed hoones lähtudes projekteerija poolt koostatud projektist ning tellija nõuetest
- Tagada säästumeetmete ettenähtud töö toimivus

Enne objekti üleandmist tuleb teostada nõuetekohane süsteemi töö ja funktsioonide toimivuse kontroll

- Järgida tellija poolseid nõudeid ja eeskirju ehitusele, süsteemide töö kontrolli läbiviimisel ning kvaliteedi tagamisel
- Dokumenteerida kõik ehitusega seotud kulud



Tehnilise personali/ hoone halduri ülesanded ja vastutus

- Teha koostööd projekterija ja ehitajaga ning olema aktiivselt kaasatud tehnosüsteemidega seotud meetmete teostamisel 2. etapis
- Vajadusel teostada automaatikasüsteemis vajalikud muudatused seadistustes (juhtparameetrid, tööajad, jne)
- Vaadata üle olemasolevad käitus- ja hooldusjuhised ning vajadusel juurutada uued töömeetodid lähtudes teostatud meetmetest
- Tagada, et teostatud meetmed toimiksid eksploatatsioonis pikaajaliselt
- Planeerida ning tagada energiakasutuse mõõtmine 3. etapis, vajadusel juurutada uued meetodid andmete registreerimiseks ja kontrolliks



3. etapp: Tulemuste hindamine

Eesmärgiks on tegeliku energiasäästu kindlakstegemine ja lõplik tagamine



3. etapi erinevad tömomendid

- Energiakasutuse mõõtmine ja analüüs
- Meetmete paketi tasuvuse järelanalüüs



Erinevate osapoolte ülesanded ja vastutus

- 3. etapp teostatakse tellija enda meeskonna poolt või palgatakse selleks sobiv konsultant
- Tellija peaks alustama 3. etapi planeerimist juba 2. etapis, sh määratlema erinevate osapoolte ülesanded planeerimisel
- Tehniline personal teostab enamasti järelkontrolli eksploatatsioonis, sh energiakasutuse mõõtmist ning andmete kogumist

