

KVJ väljakutsed lig0 hoonete kavandamisel

Teet Tark
Hevac OÜ
Teet.tark@Hevac.ee

17.01.2020

1

1

Liginullenergiahooned

2

2

Määruses

- § 6. Energiatõhususe nõuded liginullenergiahoone püstitamisel
- (1) Liginullenergiahoone on energiatõhusate ja taastuenergiatehnoloogia lahendustega tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone.
- (2) Liginullenergiahoone **energiatõhususarv** peab vastama madalenergiahoone piirväärtusele energiaarvutuses lokaalset elektri tootmist taastuvast energiaallikast arvesse võtmata (järgmise slaidi II veerg).
- (3) Liginullenergiahoone **energiatõhususarv** ei tohi ületada lisa 2 tabelis 3 (järgmise slaidi I veerg) sätestatud piirväärtust.

3

3

Miimumnõuded

Hoone	A	B	C
	Ligi0	Madal energia	Oluline rek
1) väikeelamu köetava pinnaga < 120 m²	145	165	185
2) väikeelamu köetava pinnaga 120–220 m² ja ridaelamu	120	140	160
3) väikeelamu köetava pinnaga > 220 m²	100	120	140
4) korterelamu	105	125	150
5) kasarmu	170	200	250
6) kontorihoone	100	130	160
7) majutushoone	145	170	220
8) ärihoone	130	150	210
9) avalik hoone	135	160	220
10) kaubandushoone ja terminal	160	190	230
11) haridushoone	100	120	160
12) koolieelse lasteasutuse hoone	100	120	165
13) ravihoone	100	130	170
14) laohoone	65	80	100
15) tööstushoone	110	140	170
16) suure energiatarbega hoone	820	850	950

4

4

Energiatõhususarv

arvutuslik **summaarne** tarnitud energiate kaalutud erikasutus hoone standardkasutusel, millest arvatakse maha ~~summaarne eksporditud energiate kaalutud erikasutus~~

hoone on tervik:
summaarsed energiakulud

- Küte
- Soe tarbevesi
- Ventilatsiooni soojus
- Ventilatsiooni elekter
- Valgustuse elekter
- Seadmete elekter
- Tehnosüsteemide elekter

Bilanss aasta tarbimiste alusel

5

5

ETA (KEK) kujunemine

- Netoenergia
 - tarbitud energia (näiteks soojuskadude kompenseerimine)
- Tarnitud energia
 - arvestab kadusid, kasutegureid, COP jms
 - sisuliselt hoonesse (krundile) tarnitud (ostetud) energia
- Eksporditud energia
- ETA
 - Tarnitud, millest on maha lahutatud eksporditud energia energiakandjate kaupa korrutatakse läbi kaalumisteguritega
 - kaalumisteguritega läbi korrutatud energiakandjate energia summa jagatakse hoone köetava pinnaga

6







6

Neto Tarnitud energia		100 % elekter $1 \cdot 30 =$	30
		50% päike 0 50% elekter $0,5 \cdot 30 =$ Kokku	15 15
		100 % soojuspump COP=3 elekter: $30/3 =$	10
		Katel kasutegur 0,85 Kütus: $30/0,85 =$	35
		Kaugküte (kasutegur 0,9): $30/0,9 =$	33,3

7

Kaalumistegurid	
taastuvtoormel põhinevad kütused (puit ja puidupõhised kütused ning muud biokütused, v.a turvas ja turbabrikett)	0,75; 0,65
kaugküte	0,9; tõhus 0,65
vedelkütused (kütteõlid ja vedelgaas)	1,0;
maagaas	1,0;
tahked fossiilkütused (kivisüsi jms)	1,0;
turvas ja turbabrikett	1,0;
elekter	2,0
Kaugjahutus	0,4 tõhus 0,2

8

Neto		30 kWh/m ²		
Tarnitud energia		100 % elekter 1*30=	30	ETA (KEK) 30*2= 60
		50% päike 0 50% elekter 0,5*30=	15 15	15*2= 30
		100 % soojuspump elekter: 30/3=	10	10*2= 20
		Katel kasutegur 0,85 Kütus: 30/0,85=	5	gaas 35*1= 35 puitpellet 35*0,65= 26
		Kaugküte 30/0,9=	33,3	Tavaline 33,3*0,9= 30 tõhus 33,3*0,65= 21,7

9

Hoone ETA	
ETA=	
ETA _{küte} ⁺	
ETA _{vent.soojus} ⁺	
ETA _{stv} ⁺	
ETA _{vent.elekt} ⁺	
ETA _{valgus} ⁺	
ETA _{seadmed} ⁺	
ETA _{jahutus} ⁺	
ETA _{muu} ⁻	
ETA _{tarbitud taastuv}	
	Tõhustada: Neto Tarnitud Kaalumistegur

10

10

Tüüpsed tingimused

11

11

Tüüpsed tingimused

Hoone kasutusotstarve	Välisõhu vooluhulk, l/(s m ²)	Kütmis- seade, °C	Jahutus- seade, °C
Väikeelamutes	0,42	21	27
Korterelamutes	0,5	21	27
Büroohoonetes, teenindushoonetes, raamatukogudes ja teadushoonetes	2	21	25
Kaubandushoonetes ja terminalides	2	18	25
Ärihoonetes, v.a kaubandus- ja teenindushoonetes	1,5	21	25
Avalikes hoonetes, v.a spordihoonetes ja raamatukogudes	2	21	25
Spordihoonetes, v.a siseujulates	2	18	25
Siseujulates	2	22	25
Haridushoonetes	3	21	25
Tervishoiuhoonetes	4	22	25

12

12

Tüüpne kasutus

Hoone kasutusotstarve	Kasutusaeg			Kasutusaste	Valgustus ^a W/m ²	Seadmed W/m ²	Inimesed ^b	
	Kellaaeg	h / 24 h	d / 7 d				W/m ²	m ² /in.
Väikeelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	8 ^c	2,4 ^d	2	42,5
Korterelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	8 ^c	3 ^d	3	28,3
Büroohoone, raamatukogu ja teadushoone	07:00–18:00	11	5	0,55	12	12	5	17,0
Kaubandushoone ja terminal	07:00–21:00	14	7	0,55	20	1	5	17,0
Majutushoone	00:00–00:00	24	7	0,5	8	1	4	21,3
Toitlustus- ja teenindushoone	12:00–22:00	10	7	0,4	20	4	14	6,1
Avalik hoone	08:00–22:00	14	7	0,5	14	0	5	17,0
Haridushoone ^e	08:00–16:00	8	5	0,6 ^f	15	8	14	5,4
Koolieelne lasteasutus	07:00–19:00	12	5	0,4	15	4	20	3,8
Tervishoiuhoone	00:00–00:00	24	7	0,6	9	4	8	10,6

13

13

Soe tarbevesi

Hoone kasutusotstarve	Sooja vee erikulu, l/(m ² ·a)	Netoenergiavajadus, kWh/(m ² ·a)
Väikeelamu	430	25
Korterelamu	520	30
Büroohoone, raamatukogu ja teadushoone	100	6
Kaubandushoone ja terminal	65	4
Majutushoone	520	30
Toitlustus- ja teenindushoone	400	23
Avalik hoone	340	20
Haridushoone (v.a koolieelne lasteasutus)	180	10
Koolieelne lasteasutus	460	27
Tervishoiuhoone	520	30

14

14

Valgustuse ja seadmete energiakasutus standardtingimustel

Hoone kasutusotstarve	Netoenergiavajadus, kWh/(m ² a)	
	Valgustus	Seadmed
Väikeelamu	7,0	18,0
Korterelamu	7,0	22,5
Büroohoone, raamatukogu ja teadushoone	18,9	18,9
Kaubandushoone ja terminal	56,2	2,8
Majutushoone	35,0	4,4
Toitlustus-, teenindushoone	29,2	5,8
Avalik hoone	35,8	0,0
Haridushoone	16,2	8,6
Koolieelne lasteasutus	18,8	5,0
Tervishoiuhoone	47,3	21,0

15

15

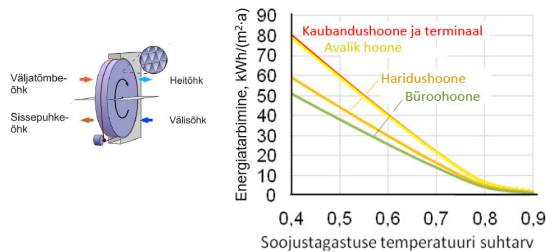
Põhilised teed ligunulli saavutamiseks

- B klass:
 - Soojapidav hoone: soojuserikadu köetava pinna kohta väike ($<0,3...0,5 \text{ W/(K}\cdot\text{m}^2)$)
 - Energiatõhus soojusallikas (nt kaugküte, soojuspump, kondensaatkatel, pellet)
 - Energiatõhus ventilatsioon (soojustagastus, SFP)

16

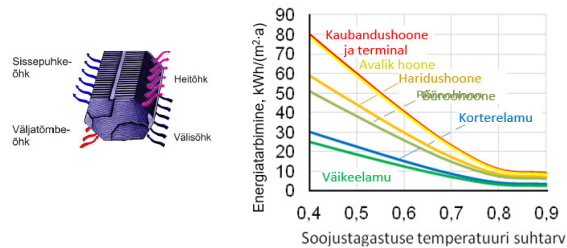
16

Ventilatsiooni soojustagastus: temperatuuri suhtarv 0,8...0,85 jäätumisvastane kaitse



Joonis 11.2

Ventilatsiooni soojendamise neto-energiavajadus sõltuvalt temperatuuri suhtarvust. Jäätumisvastase kaitse temperatuur on -5°C .

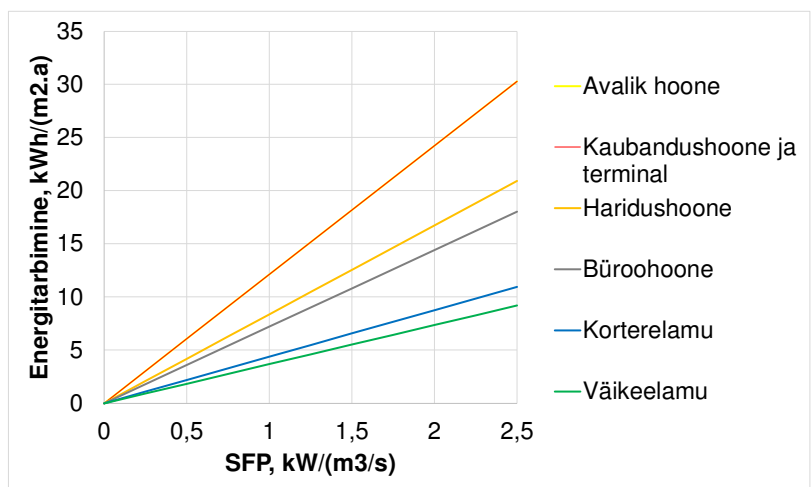


Joonis 11.4

Ventilatsiooni soojendamise netoenergiavajadus sõltuvalt temperatuuri suhtarvust. Jäätumisvastase kaitse temperatuur on 0°C .

17

Ventilatsiooni SFP $< 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$



18

18

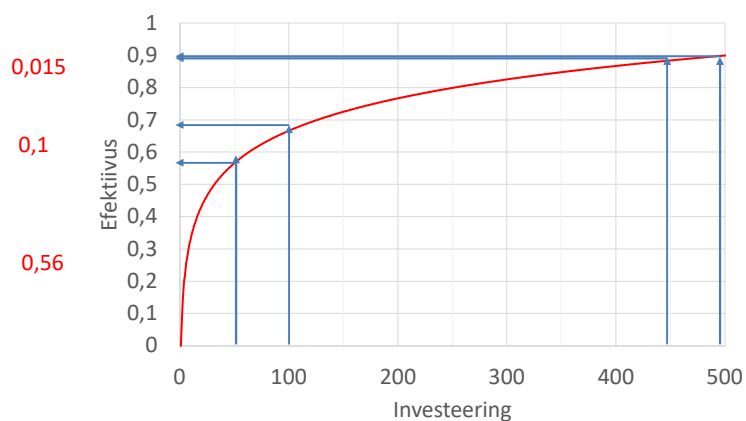
Põhilised teed ligunulli saavutamiseks

- B klass:
 - Soojapidav hoone: soojuserikadu köetava pinna kohta väike ($<0,3...0,5 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$)
 - Energiatõhus soojusallikas (nt kaugküte, soojuspump, kondensaatkatel, pellet)
 - Energiatõhus ventilatsioon (soojustagastus, SFP)
 - Energiatõhus valgustus (LED)

19

19

Investeering ja selle mõju efektiivsusele



20

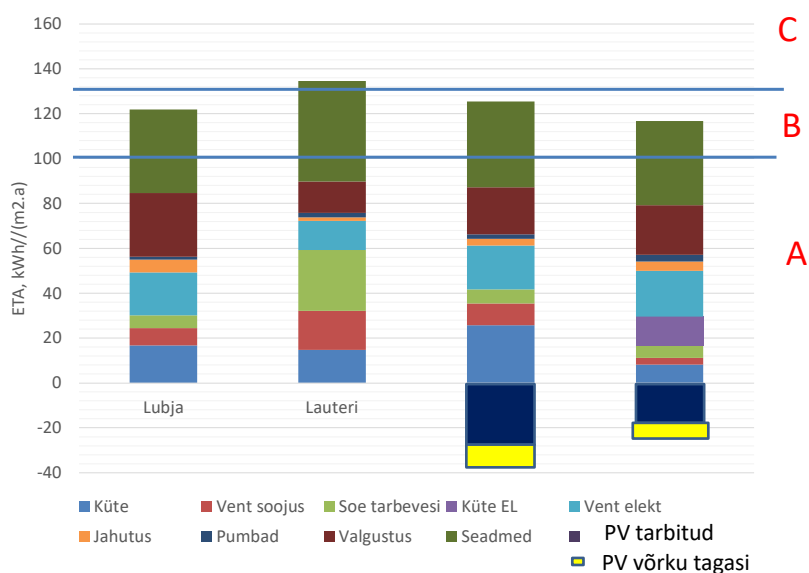
20

Põhilised teed A klassi saavutamiseks

- B klass:
 - Soojapidav hoone: soojuserikadu köetava pinna kohta väike ($<0,3...0,5 \text{ W/(K}\cdot\text{m}^2)$)
 - Energiatõhus soojusallikas (nt kaugküte, soojuspump, kondensaatkatel, pellet)
 - Energiatõhus ventilatsioon (soojustagastus, SFP)
 - Energiatõhus valgustus (LED)
- A klass
 - Kohapeal toodetud taastuvenergia (päikesest)

21

21



22

22

Millele panustatakse

- Energiatõhusus
- Nn tark juhtimine (automaatika)
- Samade seadmete kasutus kütteks ja jahutuseks
- Madala temperatuuriga küte ja kõrge temperatuuriga jahutus

23

Table 2.2 – Angle factors between occupant and room surfaces for two different rooms.

Surface	Angle factor F_{p-N}			
	Office room		Industrial room	
	Seated	Standing	Seated	Standing
Floor	0.32	0.24	0.48	0.48
Ceiling	0.12	0.12	0.22	0.22
Front wall	0.03	0.04	0.03	0.03
Window	0.06	0.06	-	-
Back wall	0.09	0.10	0.03	0.03
Right side wall	0.19	0.22	0.12	0.12
Left side wall	0.19	0.22	0.12	0.12

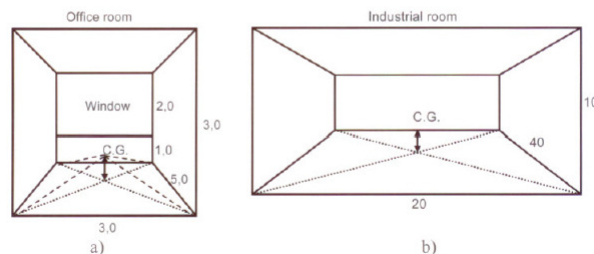


Figure 2.4 Layouts of: a) the office b) industrial room; C.G. means the centre of gravity of seated/standing person at the top of arrow.

24

Jahutus- ja soojustegur

$$\text{EER} = \frac{T_A}{T_K - T_A} * \text{Kasutegur}$$

$$\text{COP} = \frac{T_K}{T_K - T_A} * \text{Kasutegur}$$

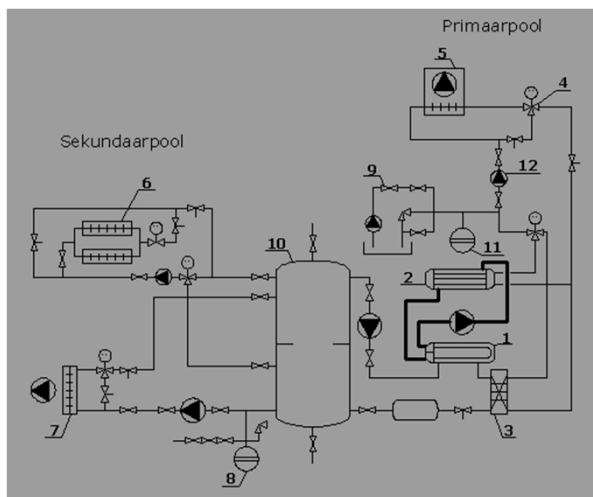
25

Millele panustatakse

- Energiatõhusus
- Nn tark juhtimine (automaatika)
- Samade seadmete kasutus kütteks ja jahutuseks
- Madala temperatuuriga küte ja kõrge temperatuuriga jahutus
- Maksimaalselt hoone sisese energia kasutus
- Passiivenergia (nt vabajahutus) max kasutus.

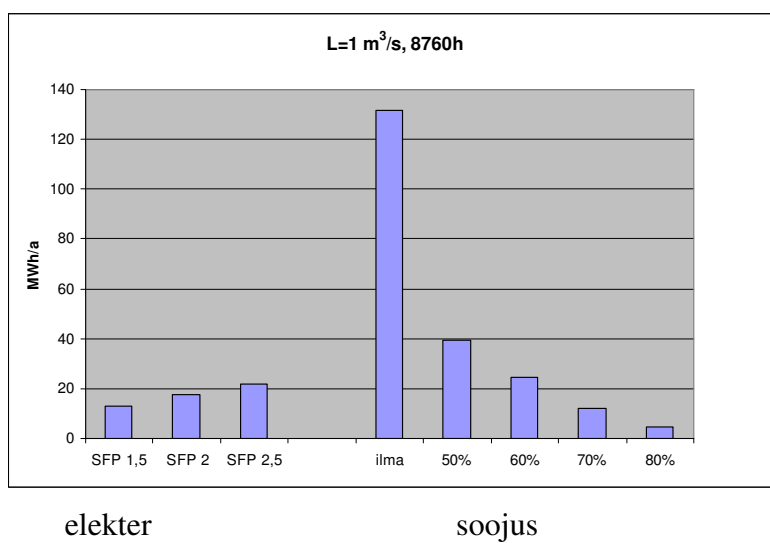
26

Vabajahutus



27

Ventilatsiooni energiatarbimine



28

28

ÕHU TRANSPORTIMINE, ELEKTRITARBIMINE JA SFP

29

29

Ventilaatori elektrivõimsus

$$N = \frac{L * \Delta p}{\eta_{kogu}}$$

Δp ventilaatori poolt arendatav rõhk (kPa),
 η_{kogu} ventilaatori kogukasutegur (-),
kus on arvesse võetud kõigi komponentide
nagu näiteks ventilaatori, ülekande, elektrimootori,
sagedusmuunduri kasutegurid

30

30

SFP

- Specific fan power

$$SFP = \frac{N}{L}$$

N süsteemi kõigi ventilaatorite võimsus, kW

L õhuvahetus (suurim vooluhulk: sissepuhe või väljatõmme) m³/s

31

31

Rõhukaod

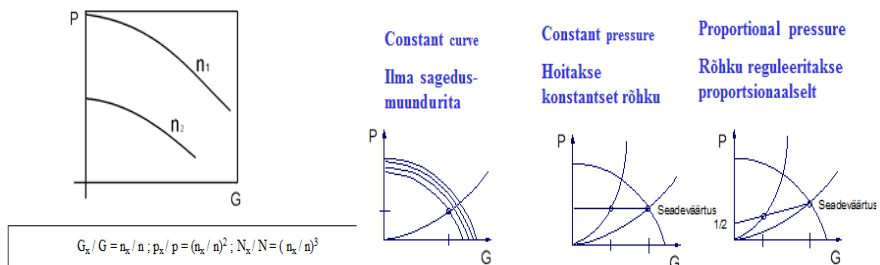
$$\Delta p = \Delta p_{\text{hõõrd}} + \Delta p_{\text{koht}}$$

$$\Delta p = \lambda \frac{L}{d_h} \frac{1}{2} \rho v^2 + \sum \xi \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$= \text{const} \times v^2 = k \times G^2$$

32

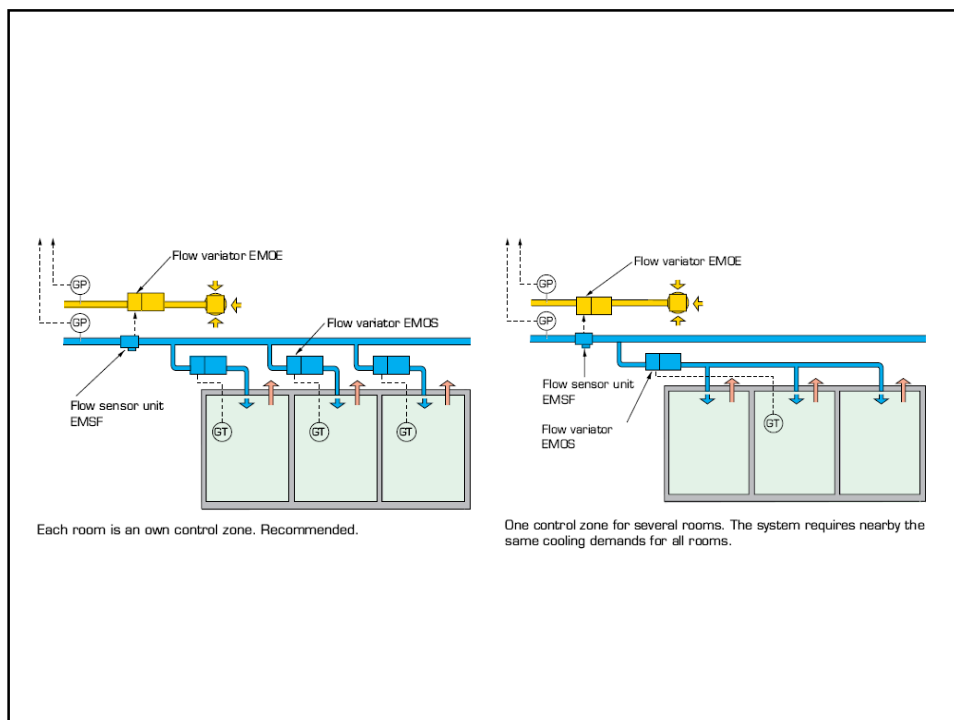
Sagedusmuunduriga ventilaator PM või EC mootoriga



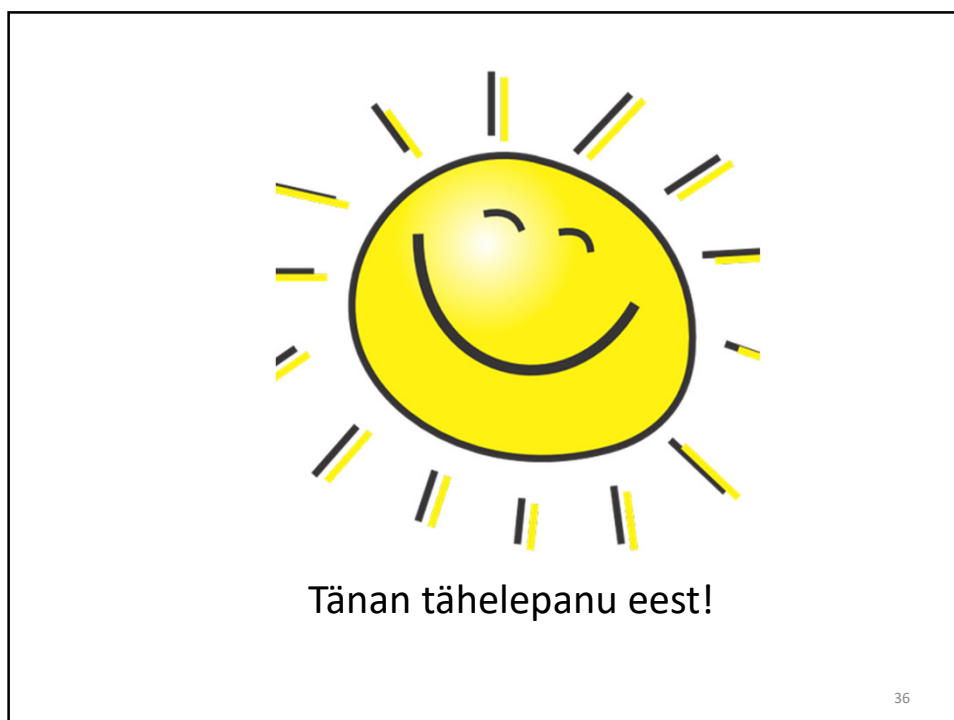
33

VAV

34



35



36