Tehnosüsteemide isoleerimine

Aivo Andrekson

EIEL juhatuse esimees

Mis on isolatsioon?

Tehniline lahendus, mis takistab energia kandumist ühelt kehalt või keskkonnalt teisele kehale või keskkonnale.

Tööstusisolatsioon

on tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine ehk torustike, mahutite, katelde jm. seadmete isoleerimine.

Majatehniline isolatsioon

on hoone tehnosüsteemide nagu kütte-, jahutus-, ventilatsiooni- jm. süsteemide isoleerimine

Isolatsioonimaterjalid

Mis on parim isolatsioonimaterjal?

Vaakum

enim kasutatud isolatsioonimaterjal?

Õhk

Kiudmaterjalid

Keraamiline vill



Ehitusvill ei sobi tehnosüsteemide isolatsiooniks



Klaasvill



kivivill

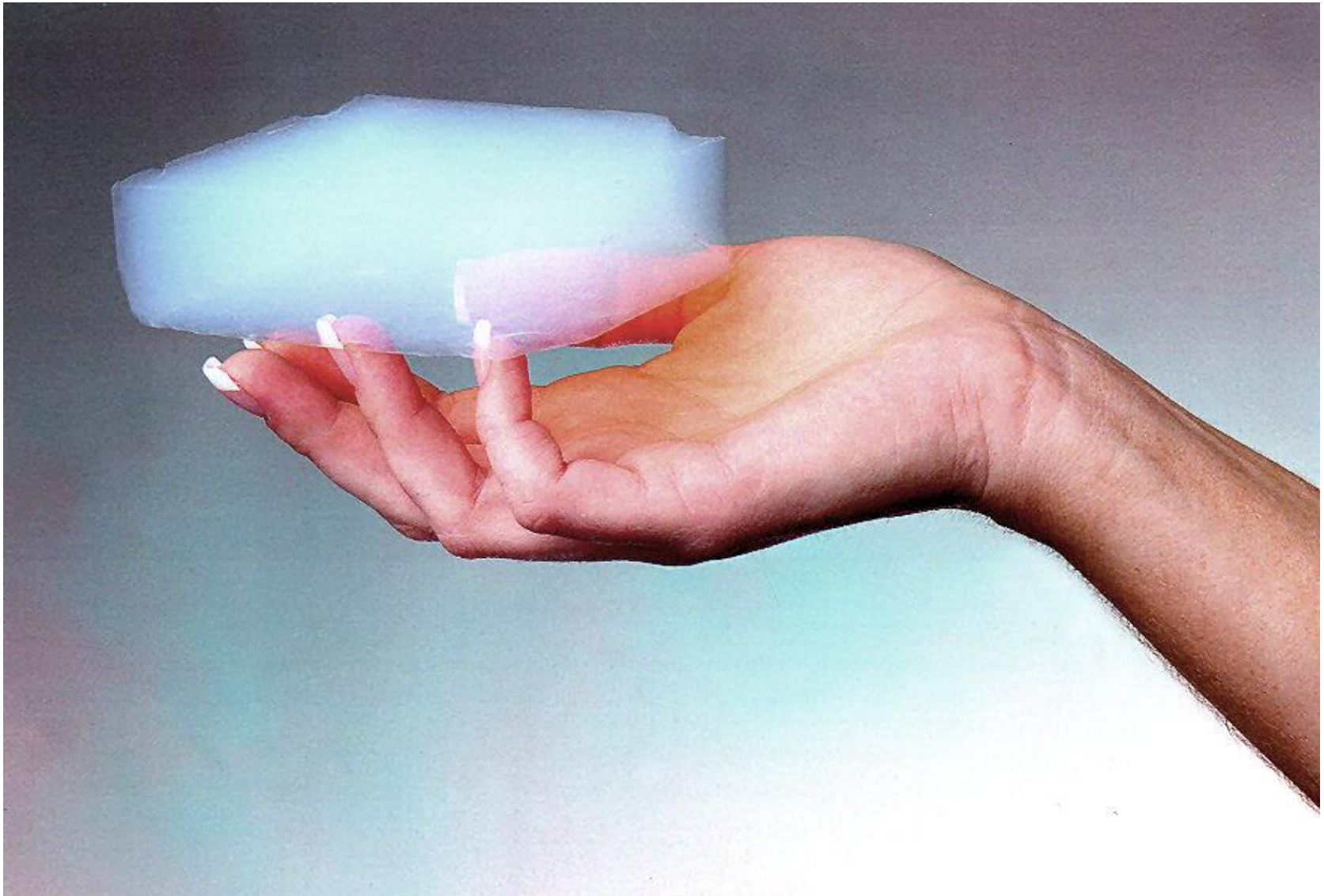


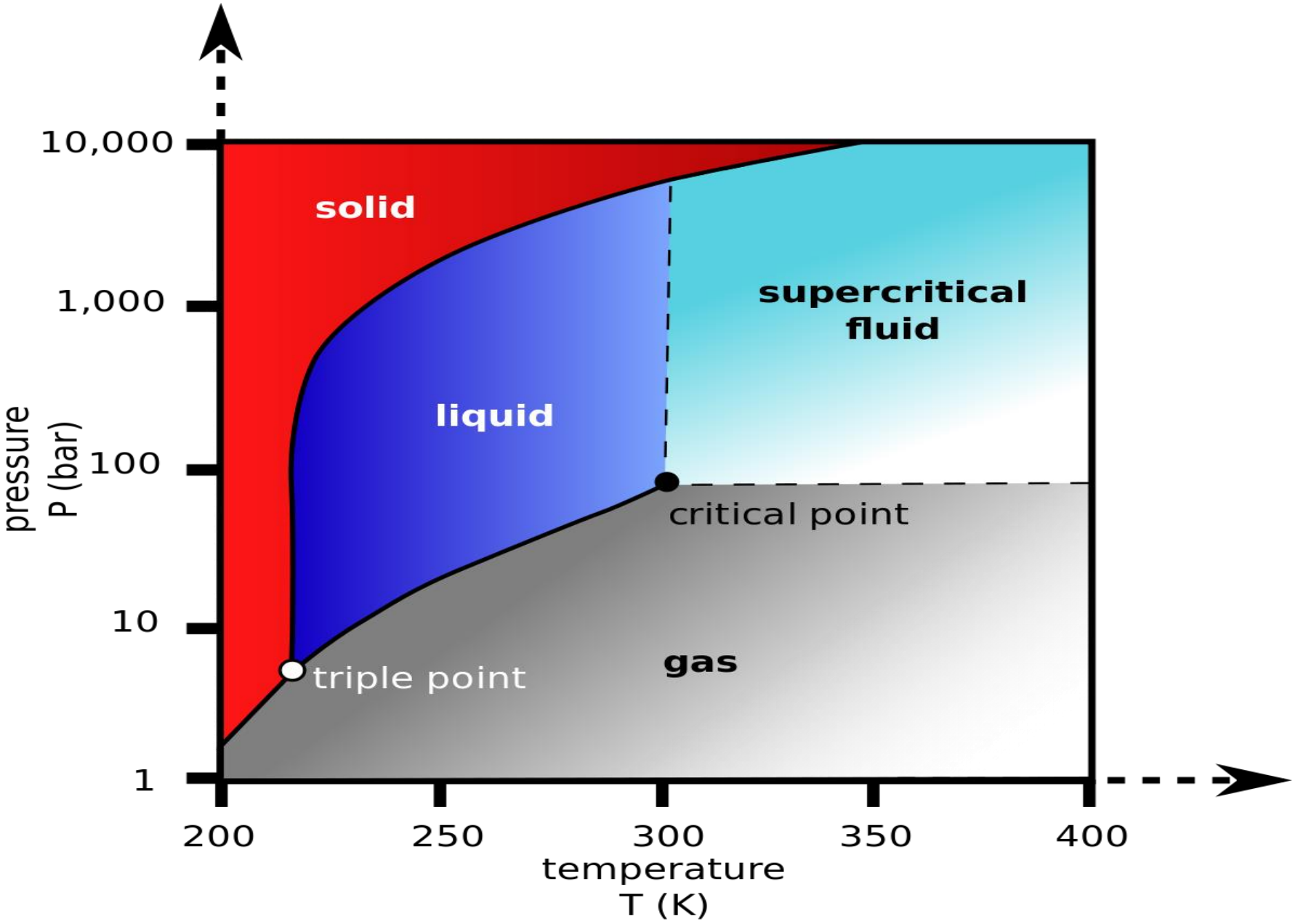


Mineraalvillad

- Villad lasevad auru läbi, on „hingavad“
- Vajavad teatud situatsioonides aurutõket
- Mineraalvillad (klaasvill ja kivivill) on mittepõlevad
- Tolmavad ja torgivad
- Suhteliselt kerged
- Lihtsalt töödeldavad
- Lihtsalt paigaldatavad

Aerogeel




10,000
1,000
100
10
1
pressure
P (bar)
solid
liquid
supercritical
fluid
critical point
triple point
gas
200
250
300
350
400
temperature
T (K)

Aerogeel



- Tulevikumaterjal
- Kerge
- Monoliitsena 10x parem isolatsioon kui mineraalvillad



Aerogeel

- Õrn
- Eritugevus on ülisuur
- Keeruline valmistada
- Kallis





Need on aerogeeli sisaldavad isolatsioonimaterjalid.





Orgaanilised villad

Tselluvill





Kanepivill



Linavill ehk takk

linavilt







Puitkiudvill









Orgaanilised villad

Eeltoodud orgaaniliste villade puuduseks on

- niiskumine (millest tekib sideaine lahustumine ja hallitus)
- nad põlevad,

Mõlemaid hädasid ravitakse booriühendite ja fosfaatide lisamisega, sellegipoolest ei sobi nad tuletõkkevillaks.

Orgaanilised villad

Nad salvestavad niiskust erinevalt mineraalvilladest. See protsess on aeglane, seega stabiliseerib niiskustaset.

Soojustusomadused enam-vähem samad, mis mineraalvillast ehitustoodetel

Mida teha kaltsudega?



Tekstiilijäätmetest isolatsiooniplaat



Vanadest teksadest isolatsioon







Põhust vaheseinapaneelid



Pillirooplaat



Poorsed materjalid

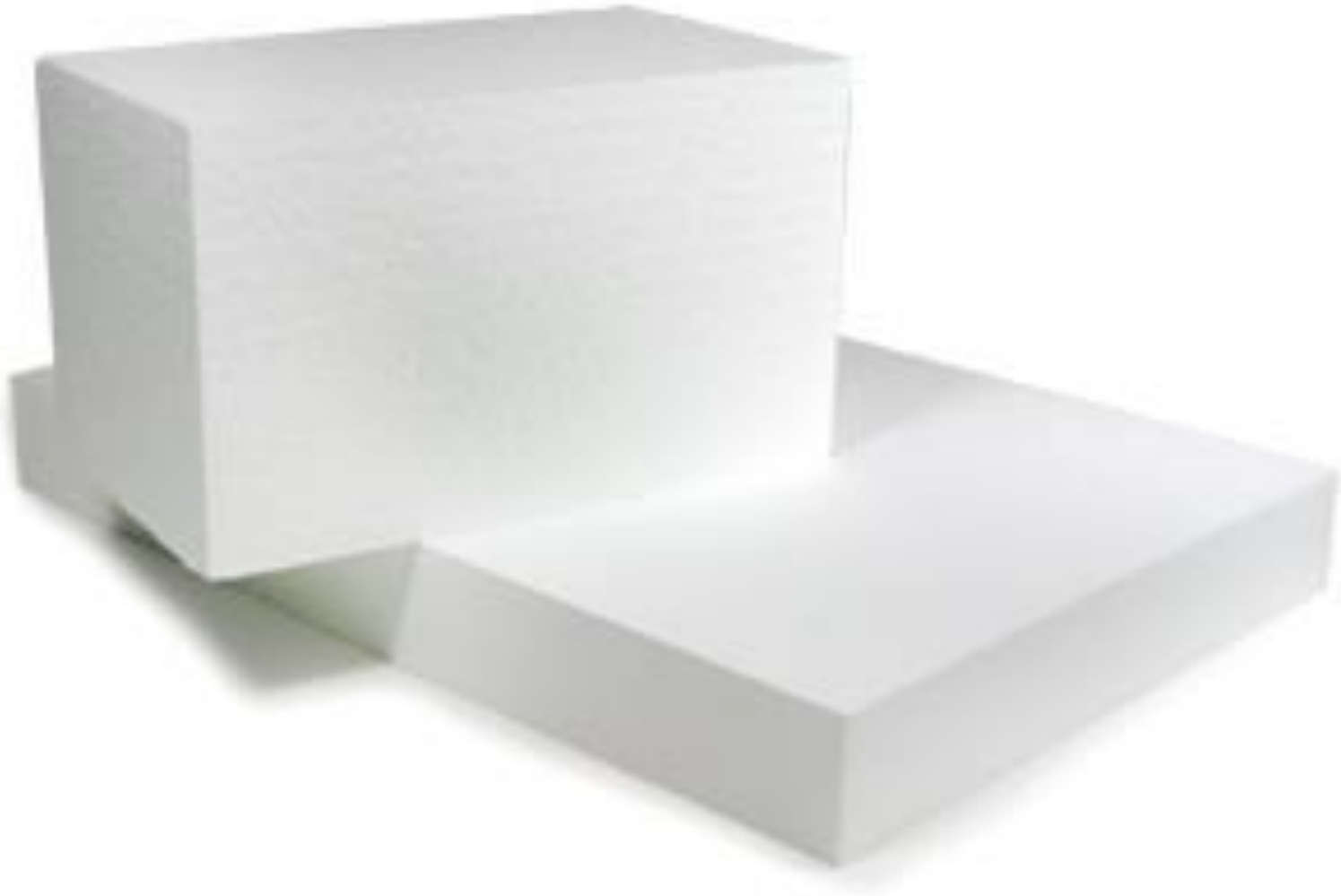
vahtkumm



vahtpolüetüleen



vahtpolüstüreen



Polüuretaanvaht PUR





fenoolvaht



Vahtklaas



Kaltsium silikaat



Vahtbetoon



Puit



Puistematerjalid

Keramsiit



Perliit



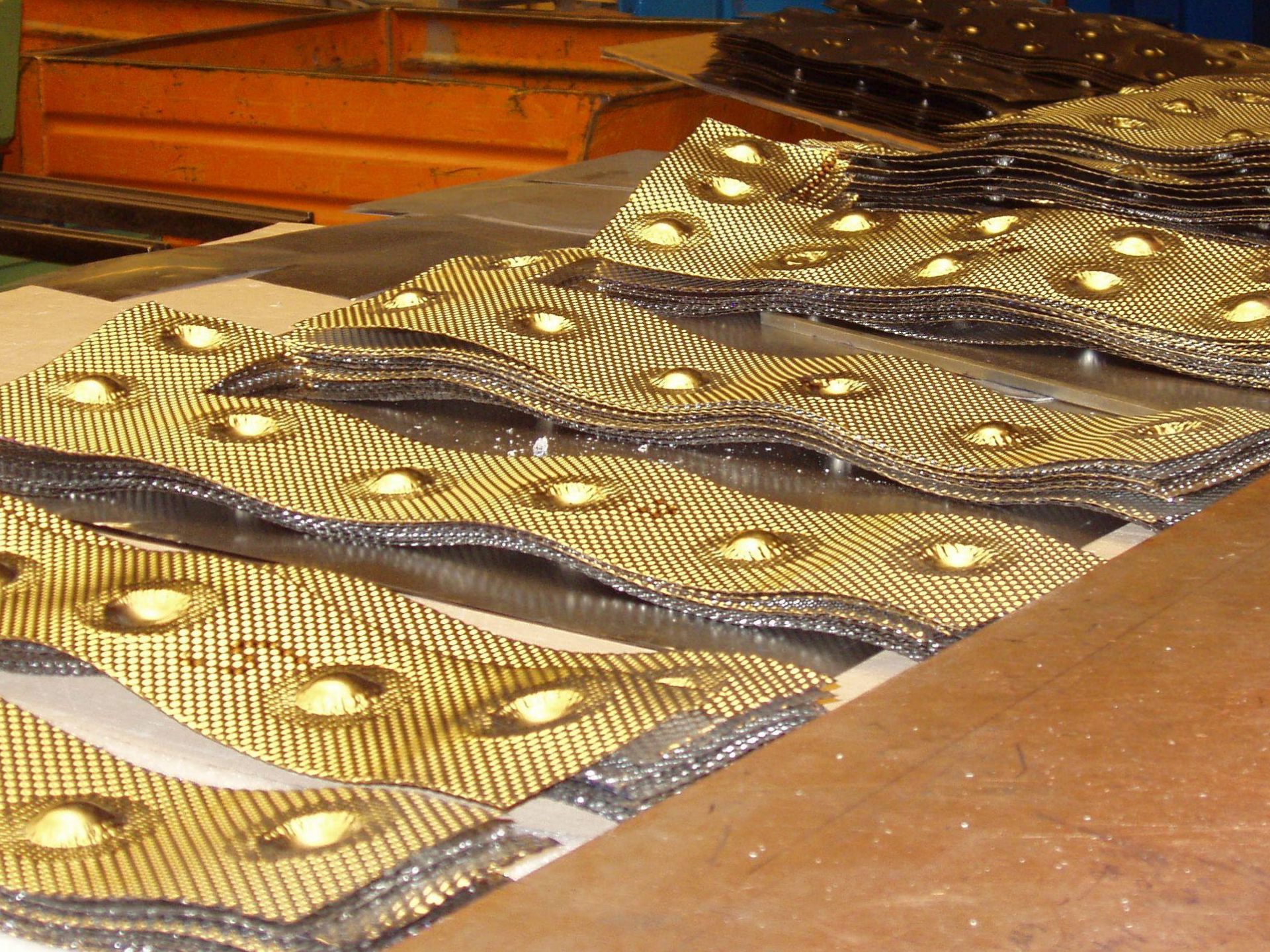
Saepuru (+ höövellaast)

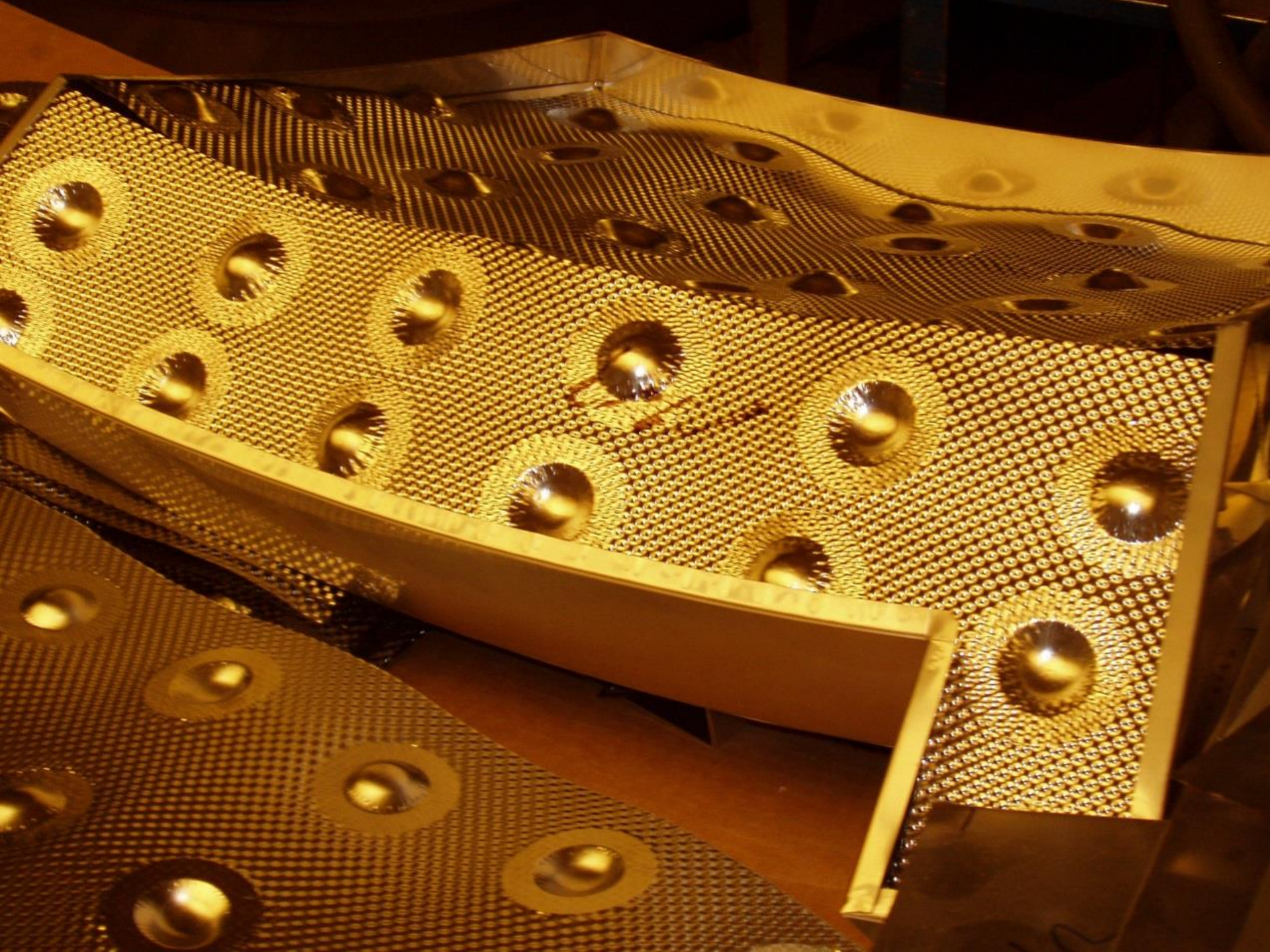






Kihilised materjalid

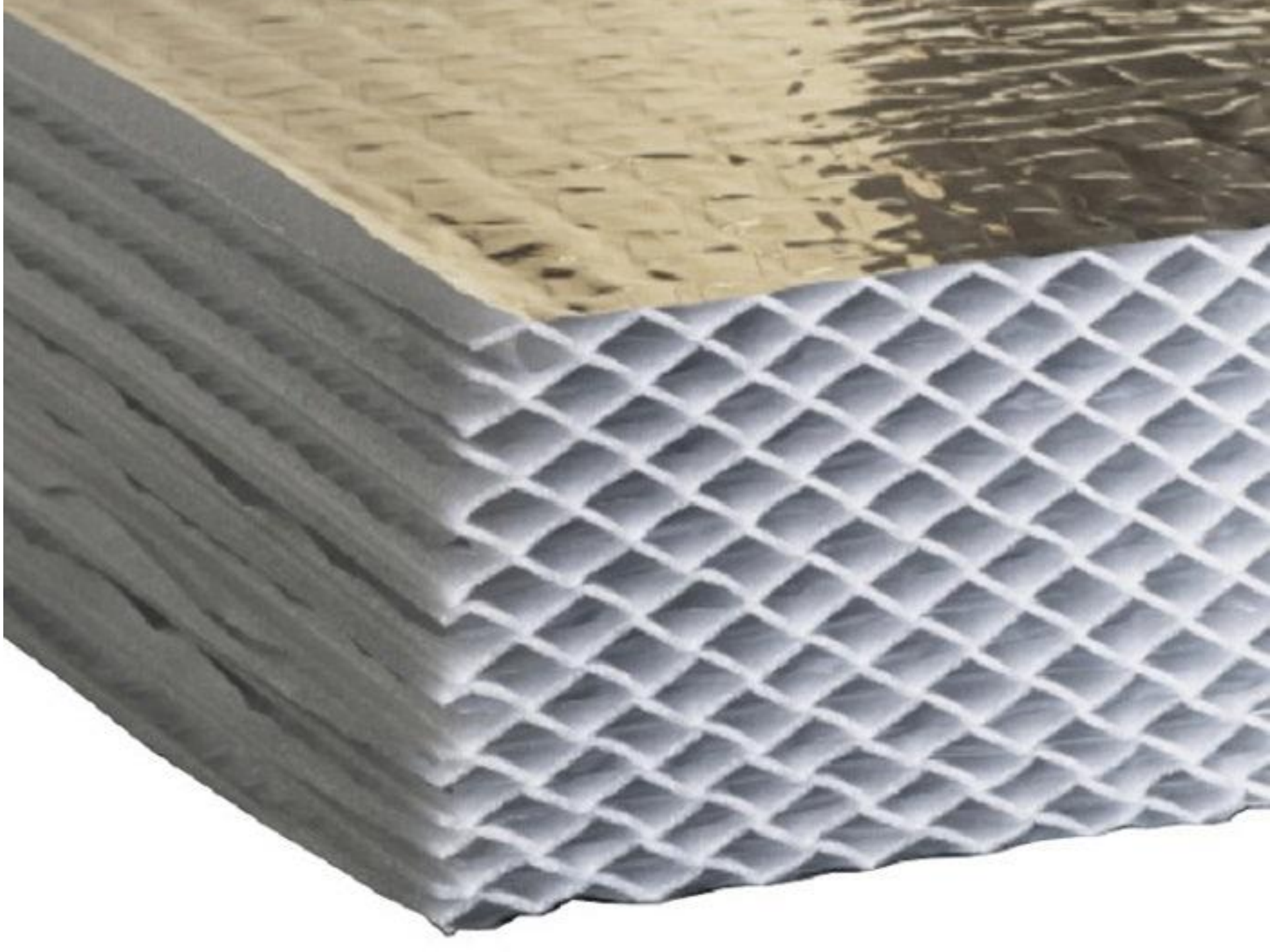






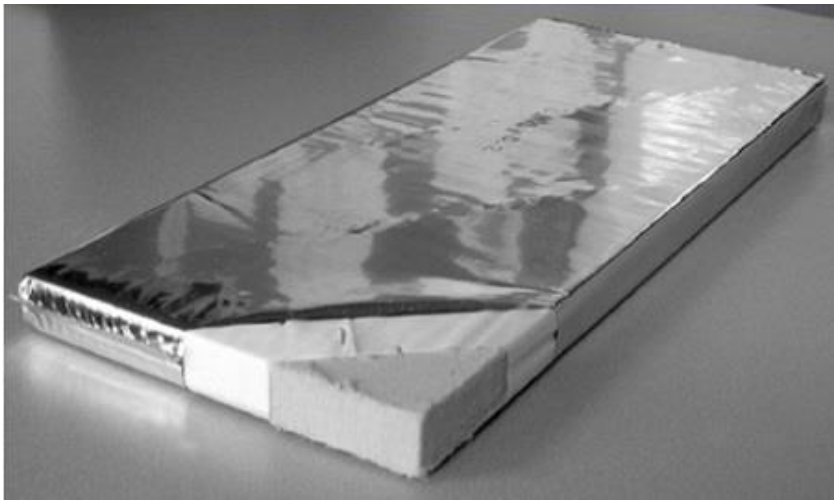
10 JRC 0001 // 5/16
10 JRC 0001 // 7/16





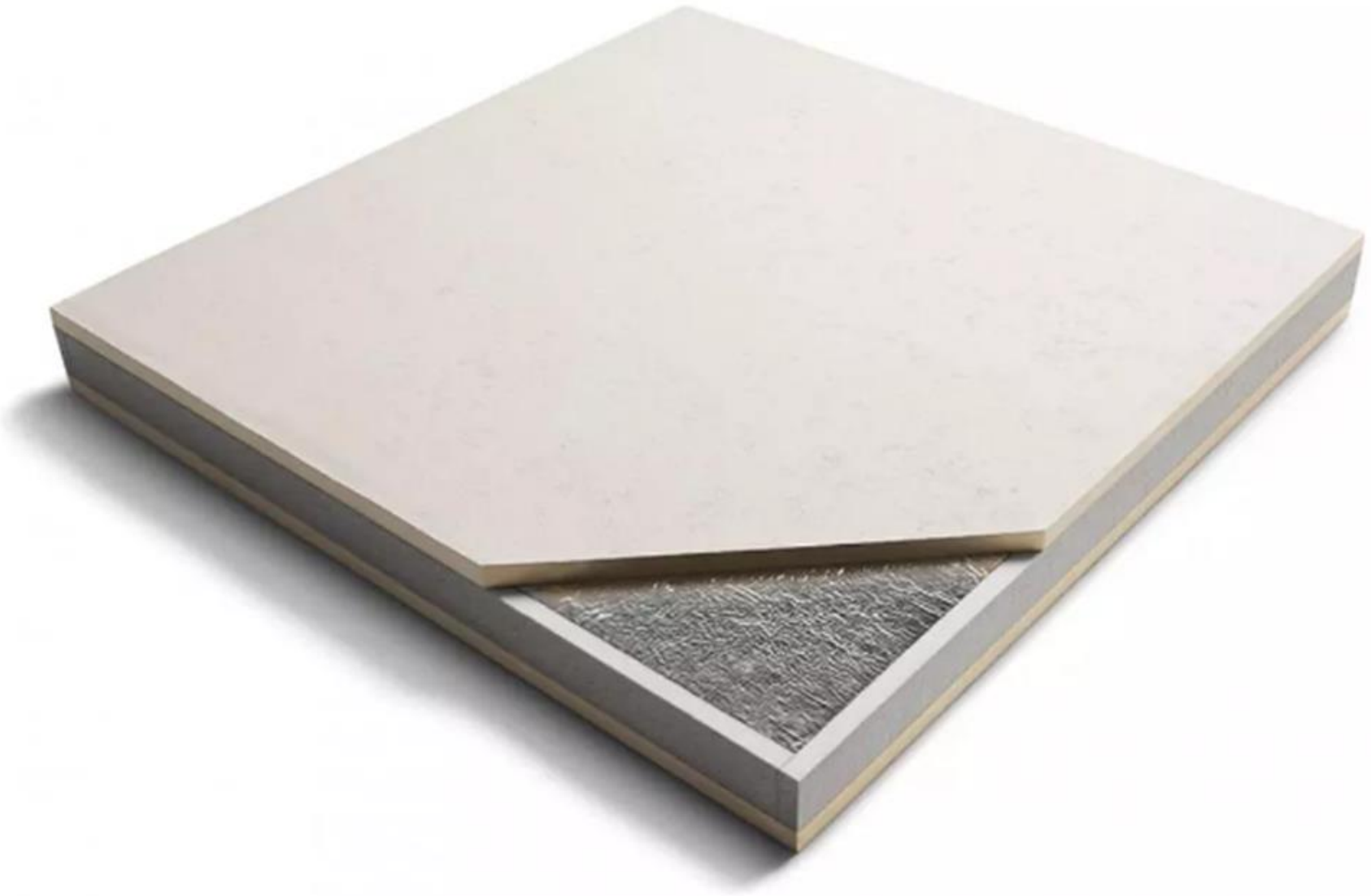
Vaakumisolatsioon

Vaakumisolatsioon

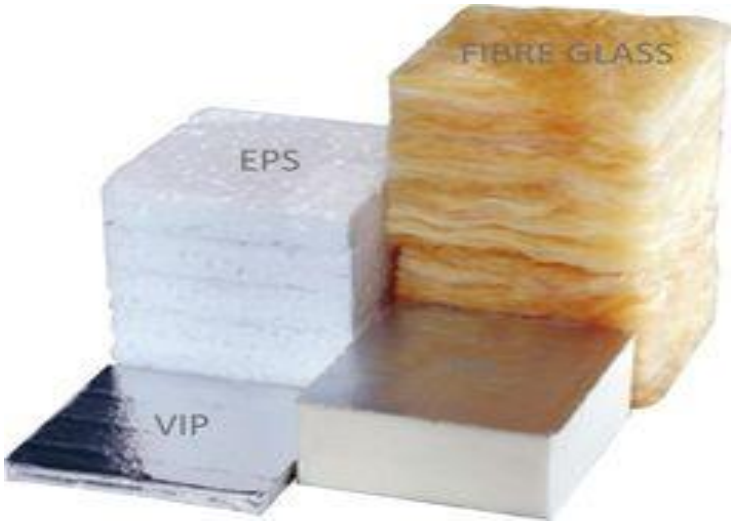




- kallis
- valmisdetailid, mida lõikuda ei saa
- õrnad, iga rebend või naela/kruviauk hävitab ta isolatsioonivõime täielikult



- Vaakumisolatsiooni λ on suisa 0,007
- villad vahemikus 0,035-0,050,
- EPS 0,030-0,04
- PUR alates 0,022
- Aerogeelmaterjalid
  alates 0,015



Nanovärv

- Isolatsiooni toimimiseks on vaja ka isolatsiooni paksust.
- Sobib kondensi ja puuteisolatsiooniks, kuna alandab juba õhukese kihina oluliselt pinnatemperatuuri aga ei sobi energiasäästu isolatsiooniks
- Kuitahes hea isolatsioon millimeetrise kihina ei saa palju soojust kokku hoida

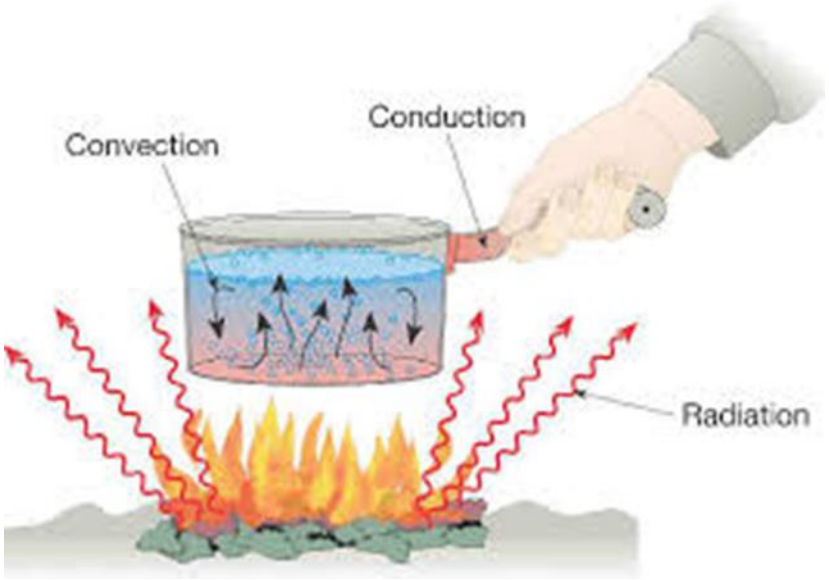
$$\Phi_s = \frac{T_i - T_o}{\frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

Kuidas isolatsioon toimib?

Isolatsioon raskendab energia pagemist isoleeritavalt pinnalt

Energia kandumise viisid:

- konduktsioon
- konvektsioon
- soojuskiirgus



Konduktsioon ehk soojusjuhtivus

- Toimub tahkes aines või liikumatus keskkonnas
- Energia antakse edasi molekulide põrkumise kaudu.

Konvektsioon

Energiat antakse vedeliku või gaasi ühelt osalt teisele tänu sellele, et osakesed liiguvad vedeliku või gaasi kuumematest osadest külmematesse.

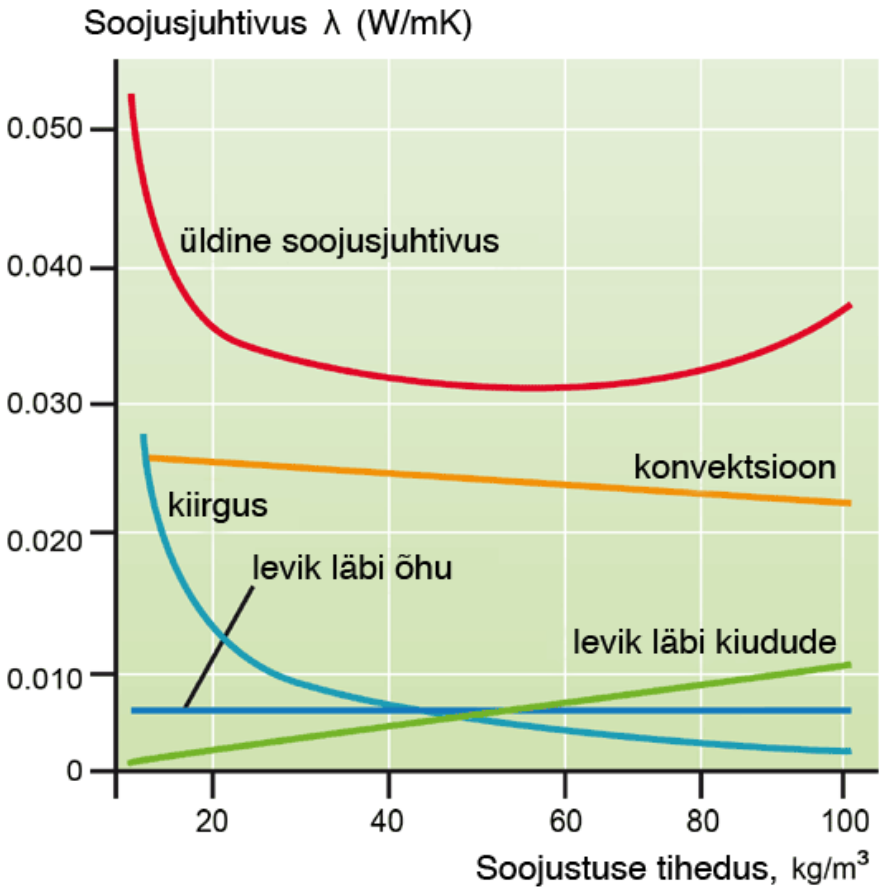
Soojuskiirgus

- Soojuskiirgus on üks elektromagnetilise kiirguse vorme
- Ei vaja toimimiseks keskkonda

Energia kandumine läbi mineraalvilla

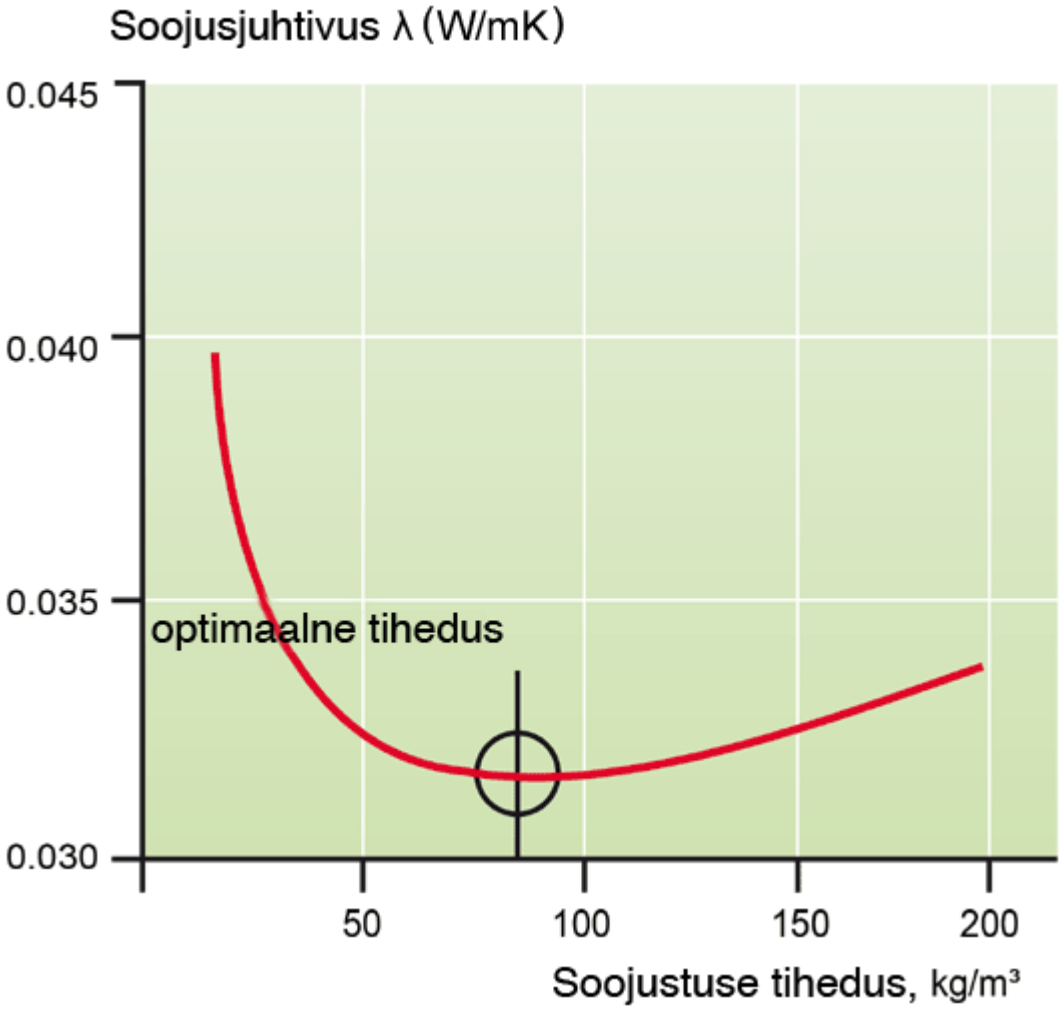
4 tegurit, mis mõjutavad isolatsioonimaterjali soojusjuhtivust:

- Staatilise õhu soojusjuhtivus kivivilla kiudude vahelistes õõnsustes
- Soojusjuhtivus läbi kiude
- Õhu liikumine villas ja loomulik või tekitatud konvektsioon
- Soojuskiirgus



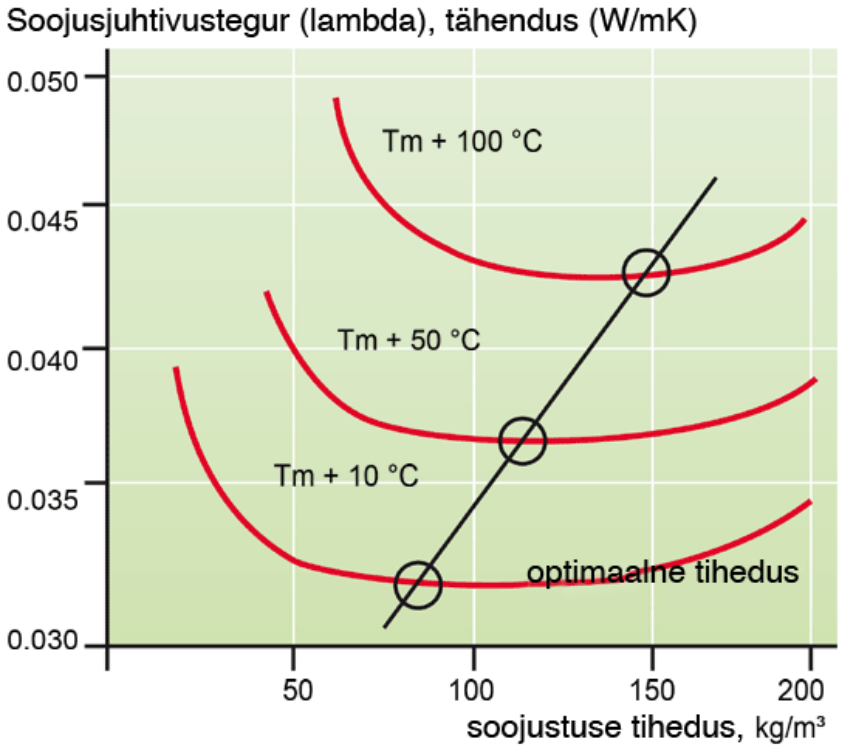
Tiheduse mõju

- Madala tihedusega villas on väga palju ruumi kiirguse ja õhu liikumise jaoks.
- Soojustuse tiheduse suurendamine vähendab isolatsioonist konvektsiooni.
- Tihedam soojustus suurendab konduktsiooni kiudes.



Mahukaal

- Konkreetse villatoote tihedus on otseses seoses tema efektiivsusega
- Optimaalne tihedus sõltub temperatuurist



PAROC Pro Slab	40	60	80	100
λ_{50}	0,042	0,042	0,043	0,043
λ_{100}	0,054	0,048	0,047	0,047
λ_{200}	0,085	0,067	0,065	0,065
λ_{300}	0,132	0,097	0,095	0,095
λ_{400}	-	-	0,138	0,138

Mahukaal

- Kivivill 40,60,80,100,120 ja 140 kg/m^3
- Klaasvilla analoogilised tooted on tavaliselt veidi väiksema mahukaaluga
- PUR tehniliseks isolatsiooniks sobib alates 40kg/m^3-st,
  - soojaisolatsiooni puhul on 60 kg/m^3optimaalne
  - külmaisolatsiooni puhul 45-50 kg/m^3
    - (ehituslik PUR on 20-30 kg/m^3 ringis)

Kasutuspiirid

Tasub alati vaadata, mille jaoks ja mis olukorda ja temperatuurivahemikku konkreetne toode on mõeldud, muidu ta lihtsalt töötab kehvasti hävib kiiresti

Milleks isoleerida?

Isolatsioonil võib olla erinevaid otstarbeid:

- Energiakao minimeerimine
- Turvalisus
- Külmumise vältimine
- Kondentsi tekke vältimine
- Protsessi parameetrite säilitamine
- Ümbritsevate esemete ja ruumi ülekuumenemise vältimine
- ..või vastupidi
- Jne.

Isolatsioonimaterjalid/tooted

- Erinevaid tooteid on palju
- Iga toode on välja töötatud konkreetse kasutusvaldkonna jaoks
- Vales kohas kasutamisel toode ei toimi efektiivselt, võib muuta oma omadusi või suisa hävida

Toote valikul tuleb arvesse võtta

- Mis on isolatsiooni eesmärk
- Kui pikk on isoleeritava objekti kasutusaeg
- Milline on isoleeritava objekti temperatuur
- Milline on ümbritseva keskkonna temperatuur
- Keemilised ja füüsikalised mõjutegurid
  - Agressiivne keskkond
  - Vibratsioon ja muud koormused
  - Võimalikud märgumised

Millist materjali valida

- Igal materjalil on omad plussid ja miinused
- Igal materjalil on oma kasutusvaldkond
- Universaalset igas olukorras head toodet pole (või on ta mõneks otstarbeks liiga kallis)
- Tuntud brändi materjal võib olla kõrgema hinnaga aga samas võib odava, tundmatu brändi tootel olla varjatud puudusi ja ka tema reklaam võib olla eksitav

Tööstusisolatsiooni jagatakse vastavalt otstarbele:

- Soojaisolatsioon
- Külmaisolatsioon
- Heliisolatsioon (müraisolatsioon)
- Tulekaitseisolatsioon

Soojaisolatsioon

- Soojaisolatsiooni eesmärgiks on tavaliselt energiakao minimeerimine.

- Soojaisolatsiooni puhul on kõige tähtsam piisav isolatsiooni paksus

Soojaisolatsioon

- Eesmärgiks on tavaliselt energiakao minimeerimine
- Eesmark võib olla ka :
  - turvalisus (et keegi end ei põletaks)
  - protsessi püsivus
  - kondensi vältimine (soojal poolel)

Külmaisolatsioon

Ümbritsevast keskkonnast külmemate kehade isoleerimine

Eesmärgiks on vähendada energia ligipääsu isoleeritavale objektile, et saavutada:

- jää või kondentsi tekkimise vältimine välispinnal
- protsessi püsivus
- energia kokkuhoid

Külmaisolatsioon

Külma pinna isolatsioon peab olema:

- Katkematu aurutõkkega
- Kandekonstruktsioonidest eraldatud
- Õigest materjalist (mis külma kannatab)
- Piisavalt paks (et jää teket vältida)
- Hästi kaitstud (et aurutõke püsiks)
- Õieti tehtud, et kestaks ja toimiks

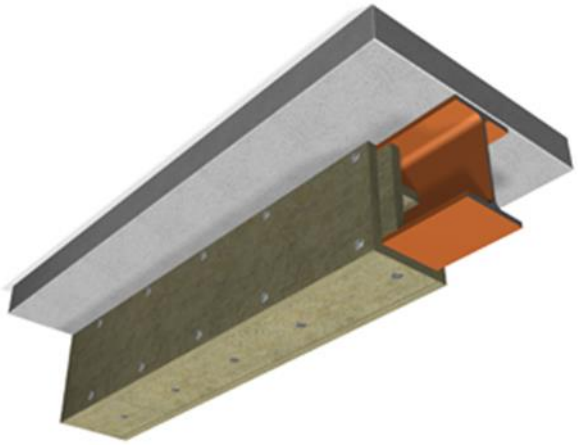
(vt. EVS 860:2015 ja EVS 860-6:2010)

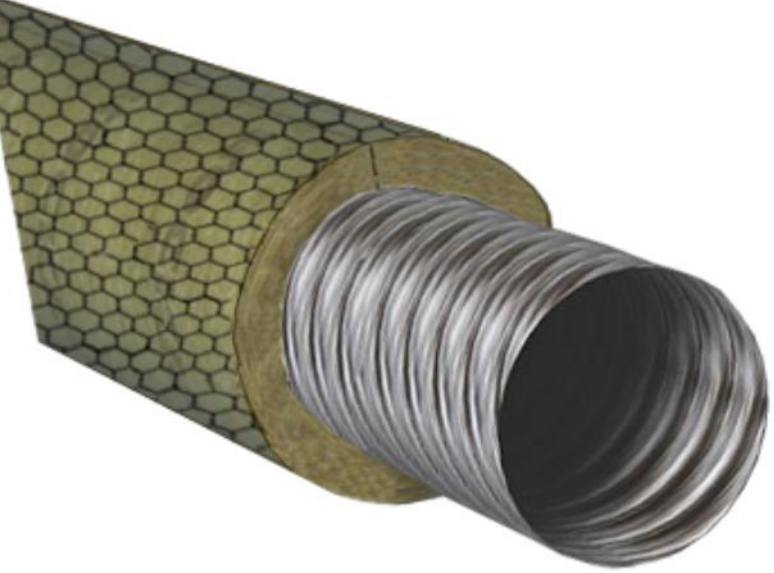
Kondensiisolatsioon

- Kõige olulisem komponent on aurutõke, mis takistab veeauru pääsu isolatsiooni sisse ja külma pinnani.
- peab olema kogu ulatuses katkematu

Tulekaitseisolatsioon

- Eesmärk on tule leviku piiramine ja aeglustamine
- Kaitseb kandvaid konstruktsioone, seadmeid, torustikke jne.
- Jagab hoone tsoonideks
- Annab aega evakueerida ja tuletõrjujatele tegutseda



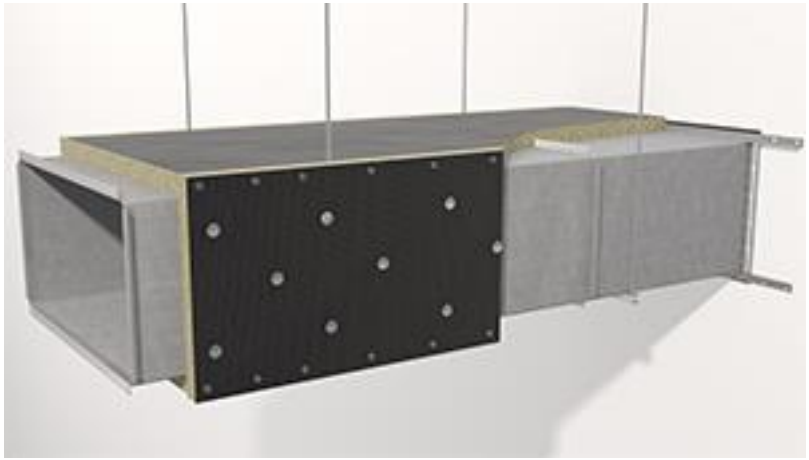


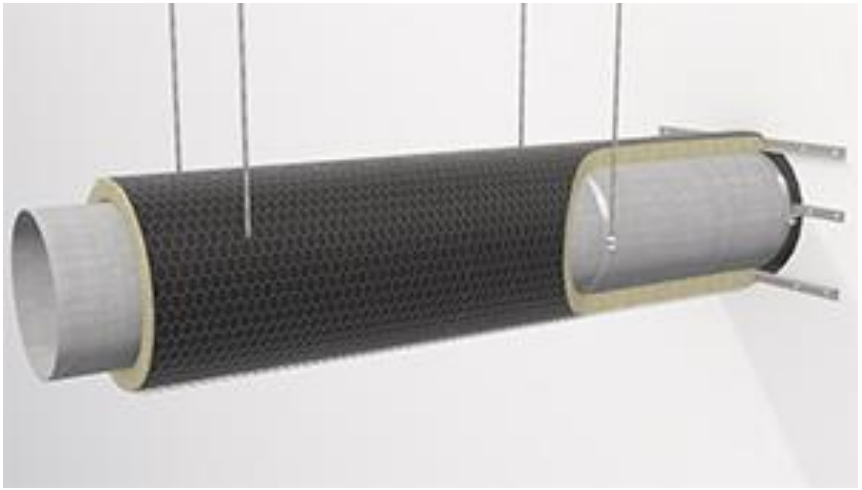
Tulekaitseisolatsioon

Peab olema:

- Ise mitte põlev (tuld levitav)
- Takistama tule levikut ühest tuletõkketsoonist teise

- Kaitsma isoleeritavat objekti, näiteks vent. süsteemi ja pikendama selle tulepüsivusaega
- NB. Tuletõkkeisolatsiooni võib vajada ka näiteks tsoonidevaheline lõik muidu isoleerimata vent. torul





Tulekaitseisolatsioon

Tuleisolatsioon toimib vaid läbimõeldud kompleksse lahendusena.
Võib olla lahendatud ka tulekaitsekrohvi või tulekahju käigus vahustuva värviga e. isolatsioon tekkib tule toimel ise



Heli-/müraisolatsioon

- Müraisolatsioon on helilainete energia vähendamine na nende leviku piiramine
- Akustika tegeleb heliainete leviku piiramise või kujundamisega ühe ruumi piires

Müraisolatsioon

Müra levib

- Torustikus oleva vedeliku/gaasi/õhu kaudu
- Turustiku kaudu
- Muude konstruktsioonide kaudu

Müraisolatsioon on keeruline

- Kuna müra levib erinevates materjalides erinevalt,
- iga materjal summutab erinevaid sagedusi erinevalt
- Võivad tekkida resonantsid

- Tasub kasutada targema inimese- akustiku abi

Isolatsiooni teostus

Isolatsioon koosneb 3 osast

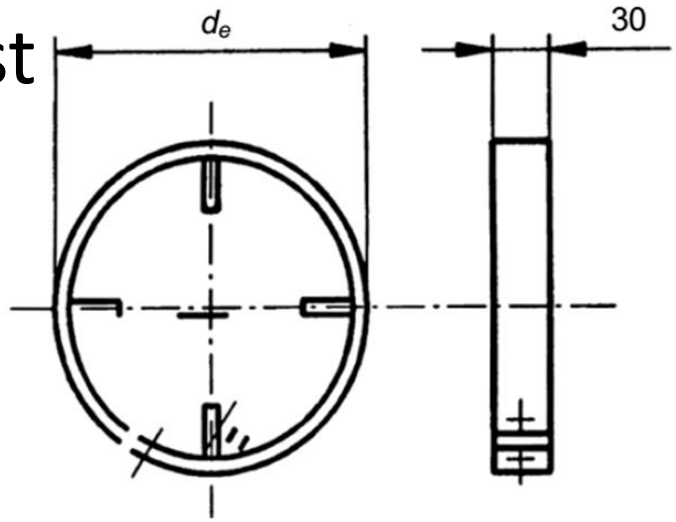
- Tugikonstruktsioon ja isolatsiooni toed/kinnitused
- Isolatsioonimaterjal
- Isolatsiooni kate

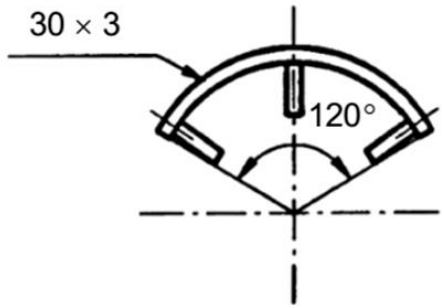
Tugikonstruktsioon

Plekkkatte kandurid

- Valmistatakse ribaterasest või nurkterasest

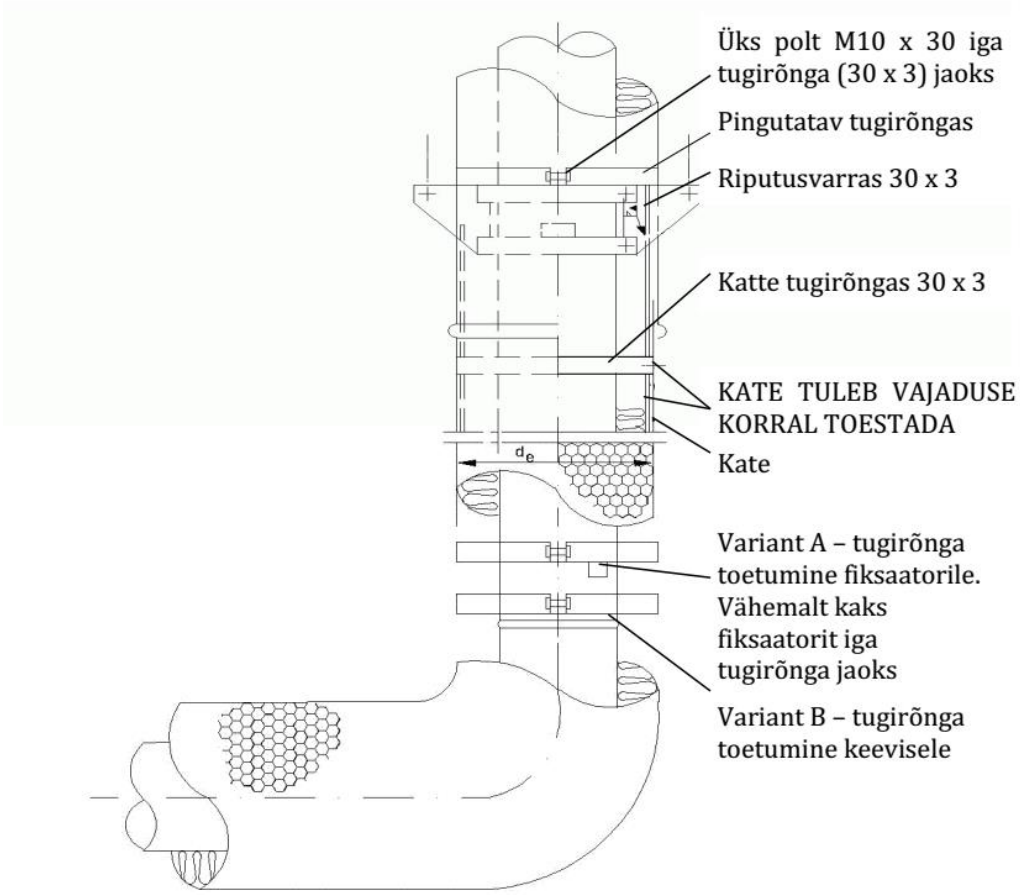
  mõned detailid ka ümarterasest
- Väga madalate või kõrgete temperatuuride korral roostevabast ribaterasest või nurkterasest



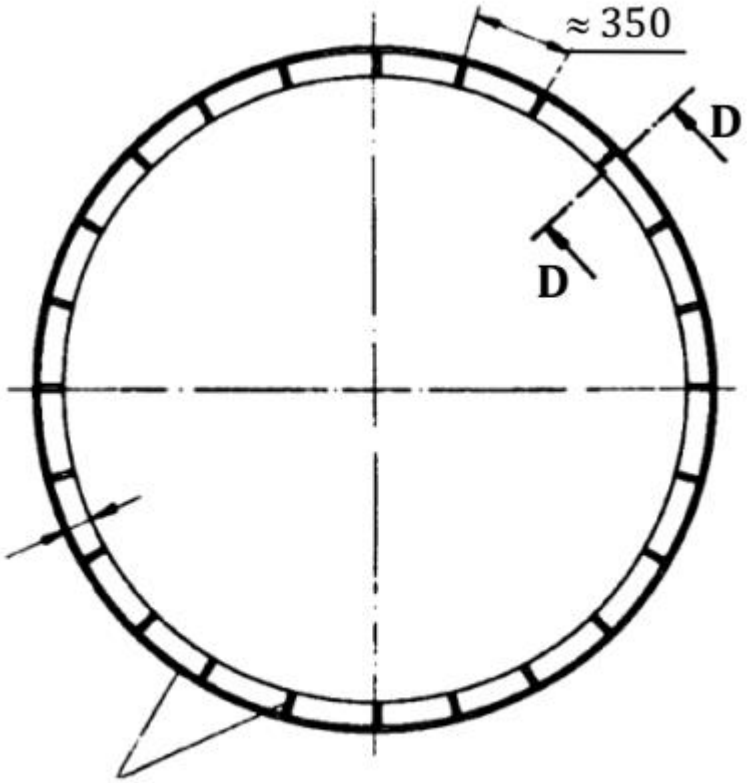


4000

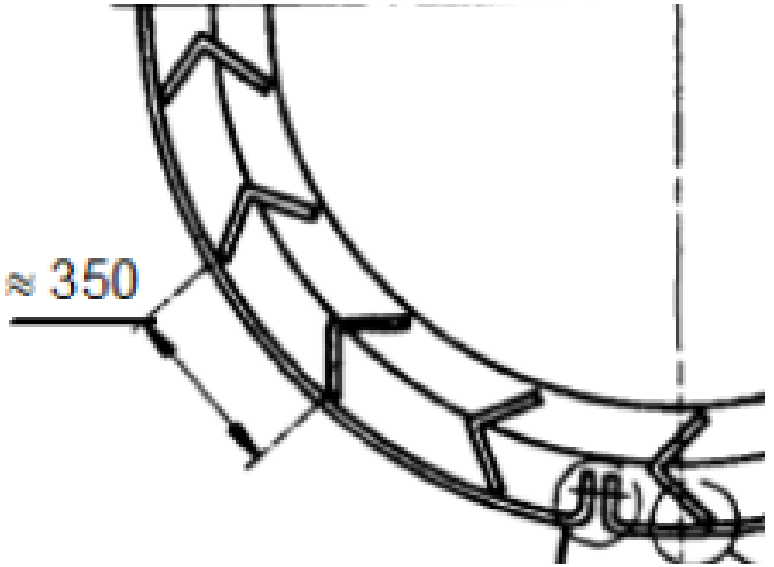
Serial No: 9

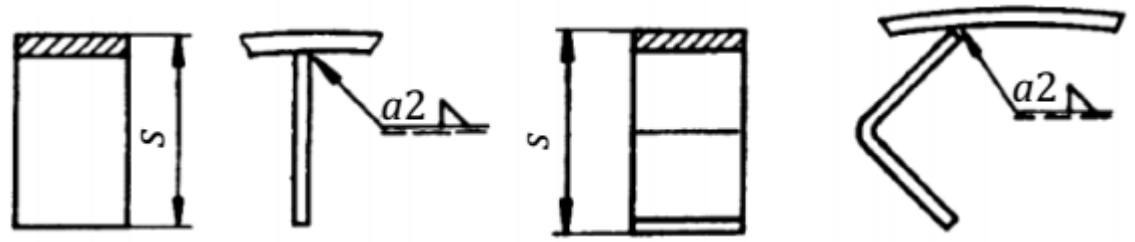

Üks polt M10 x 30 iga tugirõnga (30 x 3) jaoks
Pingutatav tugirõngas
Riputusvarras 30 x 3
Katte tugirõngas 30 x 3
KATE TULEB VAJADUSE KORRAL TOESTADA
Kate
Variant A – tugirõnga toetumine fiksaatorile. Vähemalt kaks fiksaatorit iga tugirõnga jaoks
Variant B – tugirõnga toetumine keevisele

Tugirõngad



Ribateras 30 × 3





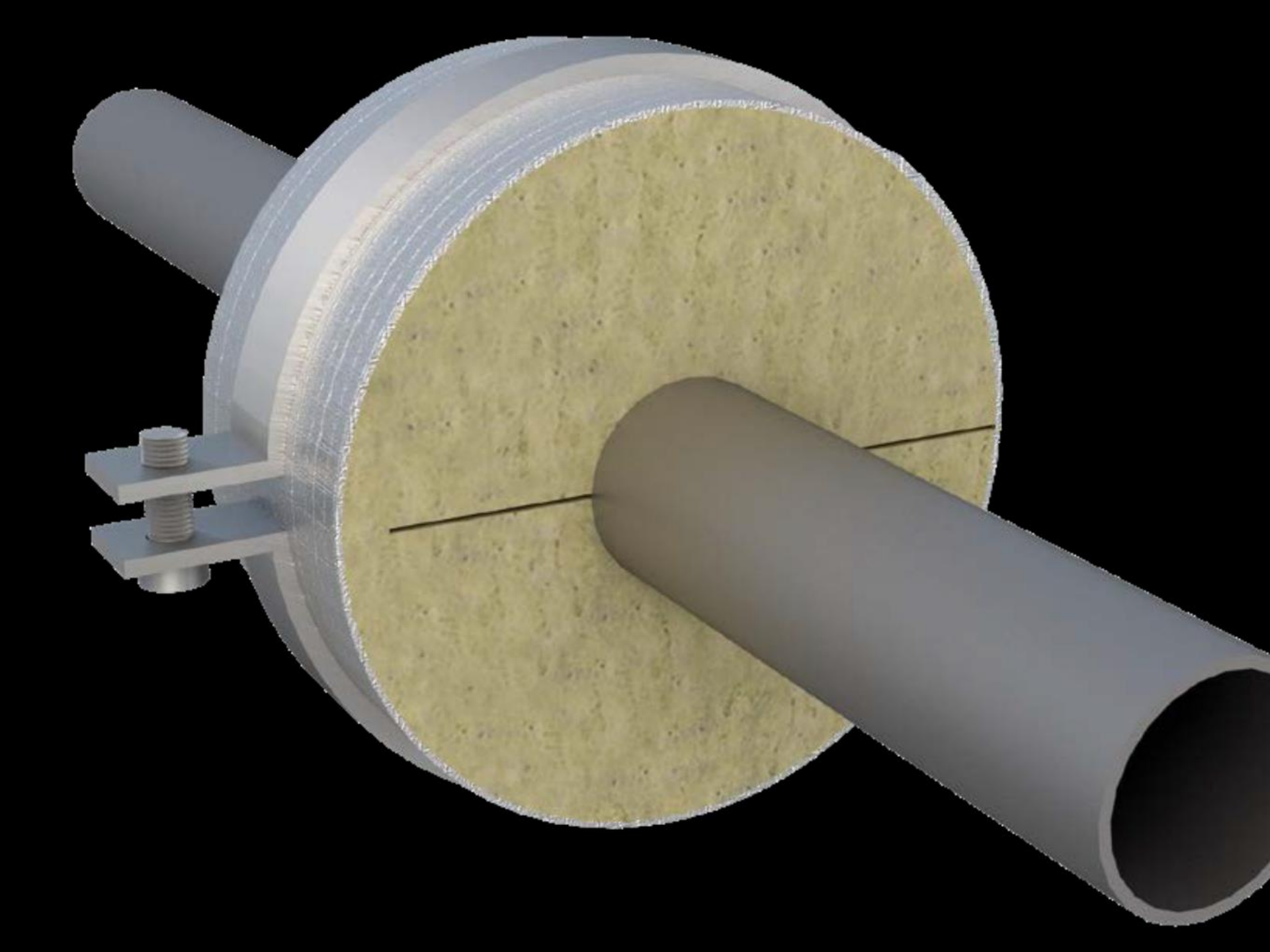


Eelisoleeritud kndurid

Kuna pleki tugikonstruktsiooni kaudu lahkub 15-20% isoleeritud toru energiakaost, võiks rohkem kasutada eelisoleeritud kandureid.

Paraku on need kallid ja seetõttu veel mitte eriti löevinud.

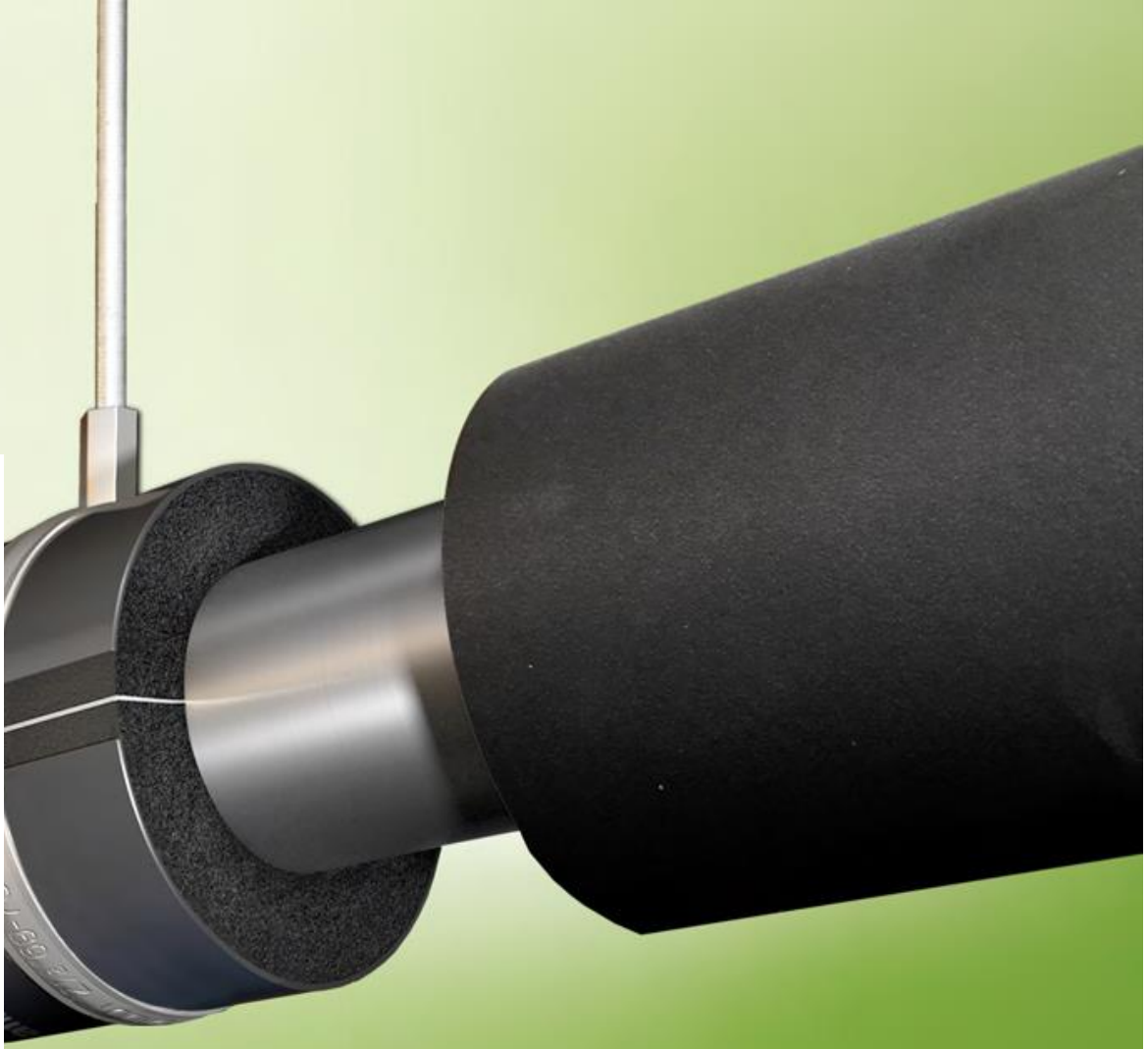
Samuti pole neid saada suurtele mõõtuidele, sest isolatsioonimaterjalid ei suuda neid koormusi kanda.













Isolatsioonimaterjal

Tööstusisolatsiooni materjalide tüübid

Plaadid









Võrkmatt





LAM e. lamellmatt





Kohapeal valatavad



Poorkumm



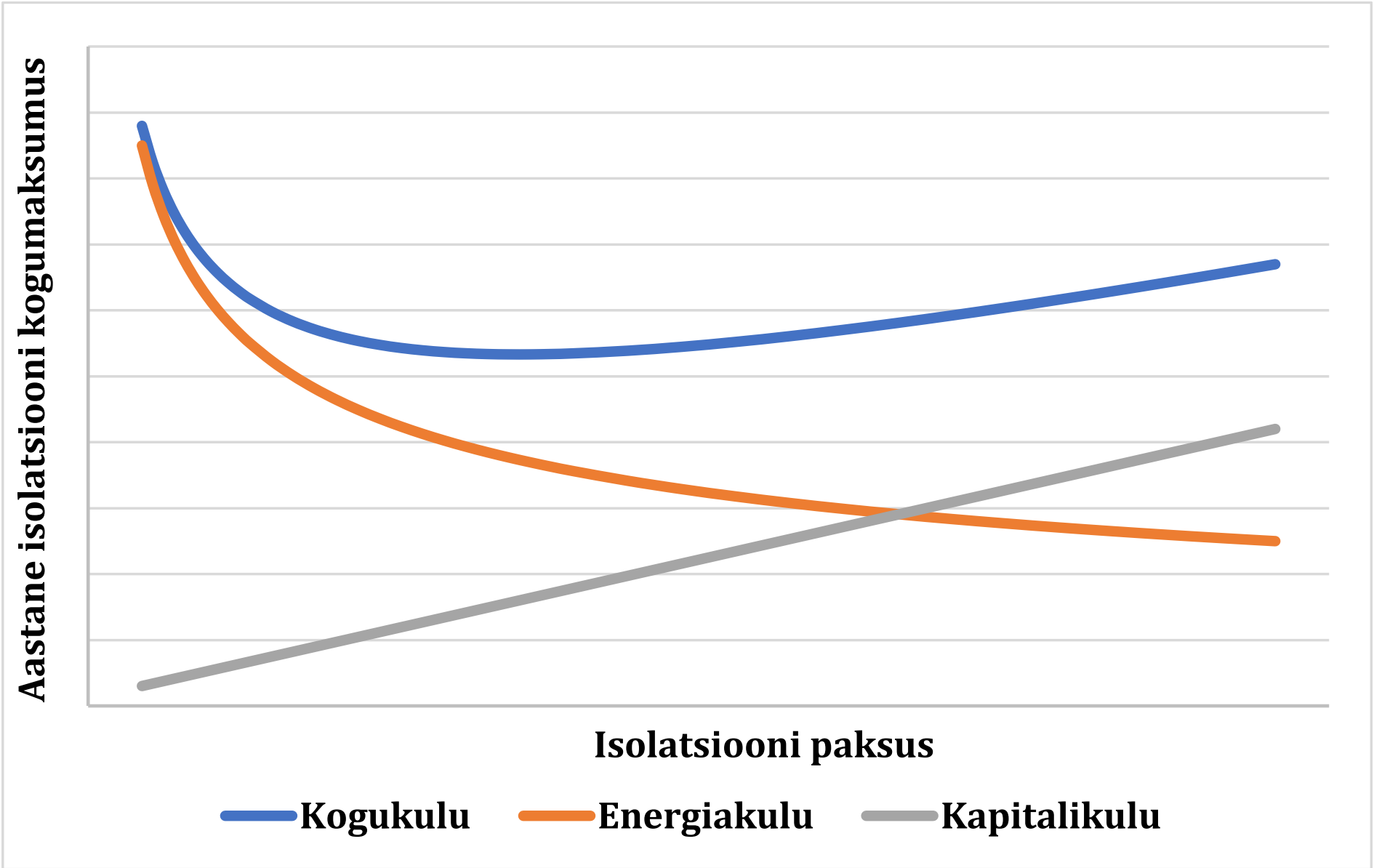
Jäigad



Isolatsiooni paksus

Isolatsiooni paksus

Ökonoomse isolatsiooni paksus tuleks arvutada selliselt, et minimeerida kogukulu (isolatsiooni maksumus + energiakao maksumus kogu selle kasutusperioodi jooksul)


Aastane isolatsiooni kogumaksumus
Isolatsiooni paksus
Kogukulu
Energiakulu
Kapitalikulu

Euroopa standard

on praktiliseks kasutamiseks liiga keeruline ja mõttetult täpne, kui aga on vaja tõesti iga sõlme soojakadusid või isolatsioonipaksusi täpselyt arvestada, siis hea koht, kus valemeid vaadata

ISO/FDIS 12241

Thermal insulation for building equipment and industrial installations — Calculation rules

Eesti standard EVS 860-5 on mugav ja praktiline, sisaldab tabeleid, kust saab kohe vajaliku isolatsiooni paksuse. Väga suur täpsus on kasutu, sest materjalid on saadaval ikka vaid 20mm paksuse sammuga.

EVS 860-5

TEHNILISTE PAIGALDISTE TERMILINE ISOLEERIMINE

Osa 5: Torustikud, mahutid ja seadmed Dimensioneerimine

Tabel 2. Soojusvool isoleerimata horisontaalse toru pikkusühiku kohta (W/m) ja soojusvoog tasapinnalt (W/m²). Tingimused: siseruum, ümbritseva õhu temperatuur +20° C, õhu liikumise kiirus 0 m/s ja pinna emissiivsus 0,8.

Toru, W/m		Pinnatemperatuur,°C										
DN	de, mm	50 °C	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C
15	21,3	24	82	155	245	353	481	633	812	1 021	1 265	1 545
20	26,9	30	100	190	301	435	594	784	1 006	1 267	1 571	1 922
25	33,7	36	122	233	369	534	731	965	1 240	1 564	1 941	2 377
32	42,4	44	150	287	455	659	904	1 194	1 538	1 941	2 411	2 957
40	48,3	50	169	323	513	743	1 020	1 349	1 739	2 196	2 729	3 348
50	60,3	61	207	396	630	914	1 256	1 663	2 145	2 712	3 373	4 142
65	76,1	76	257	492	783	1 138	1 565	2 074	2 678	3 388	4 218	5 182
80	88,9	87	297	569	907	1 318	1 814	2 406	3 108	3 934	4 900	6 023
100	114,3	111	376	721	1 150	1 674	2 306	3 061	3 957	5 013	6 249	7 686
125	139,7	133	454	872	1 393	2 028	2 796	3 714	4 804	6 089	7 594	9 345
150	168,3	159	542	1 042	1 665	2 426	3 346	4 447	5 755	7 297	9 105	11 208
200	219,1	205	697	1 341	2 14						31	14 511
250	273	252	861	1 658	2 65						15	18 007
300	323,9	298	1 015	1 956	3 13						36	21 303
350	355,6	326	1 111	2 141	3 42						47	23 354
400	406,4	370	1 265	2 438	3 90						08	26 638
500	508	460	1 570	3 029	4 85						22	33 198
600	610	549	1 877	3 621	5 80						50	39 777
700	711	637	2 179	4 206	6 74						20	46 284
800	813	727	2 485	4 796	7 69						38	52 852
900	914	815	2 786	5 380	8 63						01	59 351
1000	1016	903	3 091	5 969	9 577	14 011	19 393	25 863	33 575	42 699	53 413	65 911
1200	1219	1 080	3 696	7 139	11 458	16 767	23 212	30 962	40 203	51 136	63 978	78 959
Tasapind W/m²		340	1 150	2 240	3 620	5 340	7 470	10 100	13 200	17 000	21 600	26 900

Standardis on tabel isoleerimata pinna soojakadudega erineva läbimõõduga torude ja eri temperatuuride korral, alumises reas on tasapind

Tabel 4a. Hea tase, ökonoomne soojusisolatsiooni paksus s, mm. tingimused: siseruum, ümbritseva õhu temperatuur +20° C, õhu liikumise kiirus 0 m/s ja pinna emissiivsus 0,8

Toru mõõt		Isolatsiooni klass / Sisu temperatuur ti (° C),									
		Klass 3				Klass 4		Klass 5			
DN	de, mm	50-100 ° C	101-150 ° C	151-200 ° C	201-250 ° C	251-300 ° C	301-350 ° C	351-400 ° C	401-450 ° C	451-500 ° C	501-550 ° C
15	21,3	50	50	50	60	100	100	120	120	120	120
20	26,9	50	50	50	60	100	100	120	120	120	140
25	33,7	50	60	80	80	100	120	120	120	120	140
32	42,4	50	80	80	80	100	120	120	120	140	140
40	48,3	50	80	80	100	100	120	120	120	140	160
50	60,3	60	80	100	100	120	120	120	120	140	160
65	76,1	60	80	100	120	120	120	140	140	160	160
80	88,9	60	80	100	120	120	120	140	140	160	180
100	114,3	80	80	100	120	120	140	140	140	180	240
125	139,7	80	80						180	180	240
150	168,3	80	80						180	180	240
200	219,1	80	100						180	220	280
250	273	100	120						220	260	300
300	323,9	100	120						220	260	320
350	355,6	100	120						220	260	320
400	406,4	100	120						240	260	320
500	508	120	140						260	260	320
600	610	120	140	140	140	140	220	260	260	280	320
700	711	120	140	140	140	160	220	260	260	280	320
800	813	120	140	140	140	180	220	260	260	280	320
900	914	120	140	140	140	180	220	260	260	280	320
1000	1016	120	140	140	140	180	220	260	260	280	320
1200	1219	120	140	140	140	180	220	260	260	280	320
Tasapind		120	140	140	140	180	220	260	260	280	320

Standardis on isolatsioon jaotatud 3 tasemesse tõhususe järgi:
- Baastase
- Hea tase
- Suurepärane tase

Tabel 4b. Hea tase, soojuskaod W/m, W/m2.

Toru läbimõõt		Isolatsiooni klass / Sisu temperatuur t_i (°C),									
		Klass 3				Klass 4		Klass 5			
DN	de, mm	50-100 °C	101-150 °C	151-200 °C	201-250 °C	251-300 °C	301-350 °C	351-400 °C	401-450 °C	451-500 °C	501-550 °C
15	21,3	13	23	36	47	47	61	66	81	98	119
20	26,9	15	26	41	53	52	68	72	89	109	124
25	33,7	16	27	37	52	57	69	79	97	119	136
32	42,4	18	26	41	58	63	76	87	107	122	147
40	48,3	20	28	44	55	67	80	92	114	129	147
50	60,3	21	32	44	62	69	89	103	126	143	162
65	76,1	24	36	50	64	77	102	108	132	151	181
80	88,9	26	40	54	70	84	111	117	143	163	185
100	114,3	26	47	63	80	97	117	134	164	174	182
125	139,7	30	54	64	91	101	132	151	161	195	202
150	168,3	34	61	72	103	113	148	169	179	217	223
200	219,1	41	64						1	228	239
250	273	41	66						4	235	261
300	323,9	47	75						9	262	279
350	355,6	51	80						5	279	296
400	406,4	56	89	123	173	210	198	213	263	305	322
500	508	59	94	146	206	250	233	236	292	357	374
600	610	68	110	170	240	291	267	270	334	386	426
700	711	78	125	193	272	296	302	303	375	433	466
800	813	88	140	216	305	301	336	337	416	481	515
900	914	97	155	239	338	332	369	370	457	518	563
1000	1016	107	170	263	371	364	403	403	498	564	611
1200	1219	126	200	309	437	426	471	469	580	654	707
Tasapind		30	47	72	102	97	104	101	125	141	149

Lisatud on ka tabelid nendele isolatsioonipaksustele vastavate soojakadudega

Isolatsiooni paksus

valiku kriteeriumid võivad olla ka:

- Turvalisus
- Protsessi püsivus
- Külmumise vältimine
- Kondensaadi vältimine
- Kasutada olev ruum
- Jne.

Tabel 7. Külmumisvastane isolatsioon, 25% külmumise aeg tundides. Isolatsiooni klass 3, emissiivsus 0,3, ümbritseva õhu temperatuur -30 ° C ja sisaldise temperatuur +4 ° C, õhu liikumise kiirus 0 m/s, sisaldiseks vesi voolukiirusega 0 m/s

Toru mõõt [1)]		Isolatsiooni paksus (mm)								
DN	de, mm	20	30	40	50	60	80	100	200	320
15	21,3	1	1	1	1	1	2	2	2	3
20	26,9	1	2	2	2	2	3	3	4	5
25	33,7	2	2	3	3	4	4	5	6	8
32	42,4	3	4	4	5	6	6	7	10	12
40	48,3	3	4	5	6	7	8	9	12	15
50	60,3	4	6	8	9	10	12	13	18	22
65	76,1	6	9	11	12	14	17	19	27	33
80	88,9	8	10	13	15	17	21	24	34	42
100	114,3	10						34	51	64
125	139,7	13						46	69	88
150	168,3	17						59	92	118
200	219,1	23						84	134	176
250	273	29						111	181	241
300	323,9	35	50	64	78	90	115	137	227	307
350	355,6	38	55	71	86	101	128	153	257	350
400	406,4	44	64	82	100	117	149	179	305	419
500	508	56	81	105	128	150	193	233	404	565
600	610	68	98	128	156	184	237	287	505	716
700	711	80	115	150	183	216	279	340	606	868
800	813	92	133	173	213	251	325	396	714	1032
900	914	104	150	196	240	284	368	449	816	1188
1000	1016	116	168	219	269	319	414	506	925	1357
1200	1219	128	185	242	297	351	457	560	1030	1518

Standardis on ka tabel, kust saab teada, mitu tundi läheb seisva vee külmumiseks isoleerimata torus

Tabel 8a. Kondensaadivastane isolatsioon, poorkummisolatsiooni miinimumpaksus, mm. Isolatsiooni klass: klass 3. Pinna emissiivsus 0,9 (katteta). Lambda väärtused: 40/45/55/80 mW/(mK) temperatuurid 10/50/100/200 ° C. Ümbritseva õhu (keskkonna) temperatuur +20 ° C. Õhu liikumise kiirus 0 m/s

	Suhteline niiskus															
	50%					65%					80%					
	Kastepunkt 9,3 °C					Kastepunkt13,2 °C					Kastepunkt 16,4 °C					
DN	Sisaldise temperatuur					Sisaldise temperatuur					Sisaldise temperatuur					DN
	+15 °C	+10 °C	+5 °C	0 °C	-5 °C	+15 °C	+10 °C	+5 °C	0 °C	-5 °C	+15 °C	+10 °C	+5 °C	0 °C	-5 °C	
15			9	9	9		9	9	9	13	9	9	13	19	19	15
20			9	9	9		9	9	9	13	9	9	19	19	25	20
25			9	9	9		9	9	9	13	9	9	19	19	25	25
32			9	9	9		9	9	9	13	9	9	19	19	25	32
40			9	9	9		9	9	9	13	9	9	19	19	25	40
50			9	9	9		9	9	13	19	9	9	19	19	32	50
65			9	9	9		9	9	13	19	9	13	19	25	32	65
80			9	9	9		9	9	13	19	9	13	19	25	32	80
100			9	9	9								19	25	32	100
125			9	9	9								19	25	32	125
150			9	9	9								19	25	32	150
200			9	9	9								19	25	32	200
250			9	9	9								19	32	32	250
300			9	9	9								19	32	32	300
350			9	9	9								19	32	40	350
400			9	9	9								19	32	40	400
500			9	9	9								25	32	40	500
600			9	9	9								25	32	40	600
700			9	9	9								25	32	40	700
800			9	9	9								25	32	40	800
900			9	9	9		9	9	19	19	9	19	25	32	40	900
1000			9	9	9		9	9	19	19	9	19	25	32	40	1000
1200			9	9	9		9	9	19	19	9	19	25	32	40	1200
Tasapind			9	9	9		9	9	13	19	9	13	19	32	40	Tasapind

Samuti tabel kondensaadivastase isolatsiooni min. paksuse kohta. Nagu näha, mõjutab ruumi õhuniiskus seda rohkem, kui temperatuurivahe.

Isolatsiooni on vaja kaitsta välismõjude eest kuna isolatsioon on tavaliselt kergesti purunev ja poorne, mis võimaldab vedelikel materjali sisse tungida.

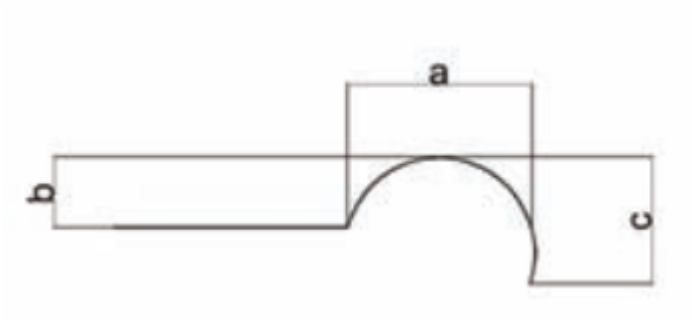
Isolatsiooni kate

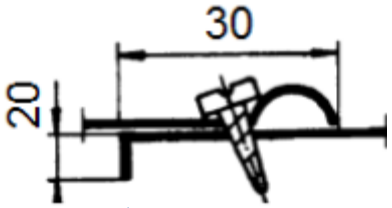
- Tavaliselt valmistatakse plekist
- Olenevalt asukohast kas tsingitud, värvitud terasplekk, alumiinium, alutsink, roostevaba v.m.
- Olenevalt isoleeritavast objektist kas profiilplekk või siledast plekist ruumilised katte detailid.
- Pleki paksus sõltub detaili mõõtmetest, see omakorda isoleeritavast objektist.

Isolatsiooni katte valikul arvestada

- Ümbritseva keskkonna temperatuur
- Asukoht (sise-või välistingimustes)
- Keemilised, füüsikalised mõjutegurid (agressiivne keskkond, vibratsioon jne.)
- Inimtegevuse mõju (tallamine, pesemine/puhastamine jne.)
- Loodusjõudude mõju (tuule ja lumekoormus, võimalikud uputused jne.)
- Loomade-lindude võimalik rünnak

Sike on vaja selleks, et plekkkatte osade omavaheline ühendus ei laseks isolatsiooni sisse tuult, sademeid ega võimalikku pesuvett





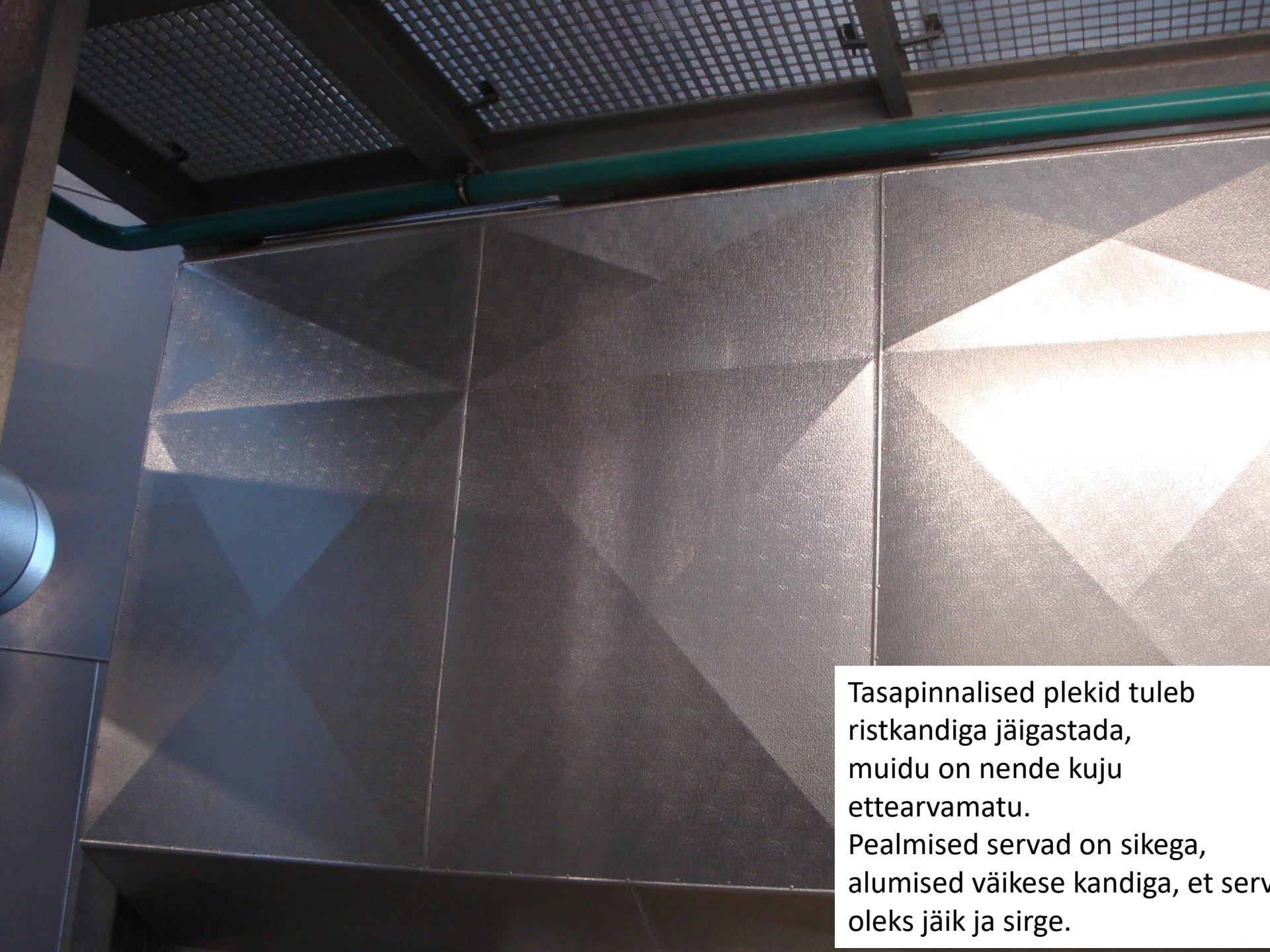


Toruisolatsiooni katte omavahelise ühenduse mõlemad servad ja pikivuugi pealmine serv siketatakse, mahuti sileplekist katte plekkide pealmised servad siketatakse, alumised kanditakse


Eranditult kõik välja jäävad pleki servad ja ühendused varustatakse sikega



Ka mahutiisolatsiooni kattepleki kõik servad on siketatud, sirged teise pleki alla jäävad servad võivad olla ka kanditud (90° painutatud) vt. üleeelmine slaid



Tasapinnalised plekid tuleb ristkandiga jäigastada, muidu on nende kuju ettearvamatu.
Pealmised servad on sikega, alumised väikese kandiga, et serv oleks jäik ja sirge.

Paisumisvuugid

Toru paisub/pikeneb kui sisaldise temperatuur tõuseb, plekkkate on peaaegu välistemperatuuril, seega ei pikene.

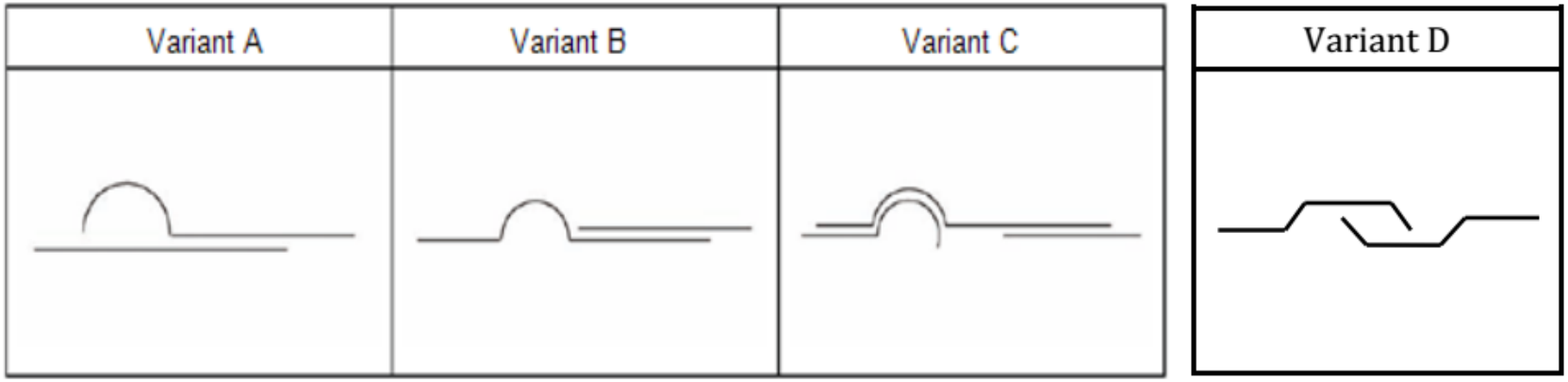
Et plekkkate end lõhki ei rebiks, tuleb aeg-ajalt tega paisumisvuugid

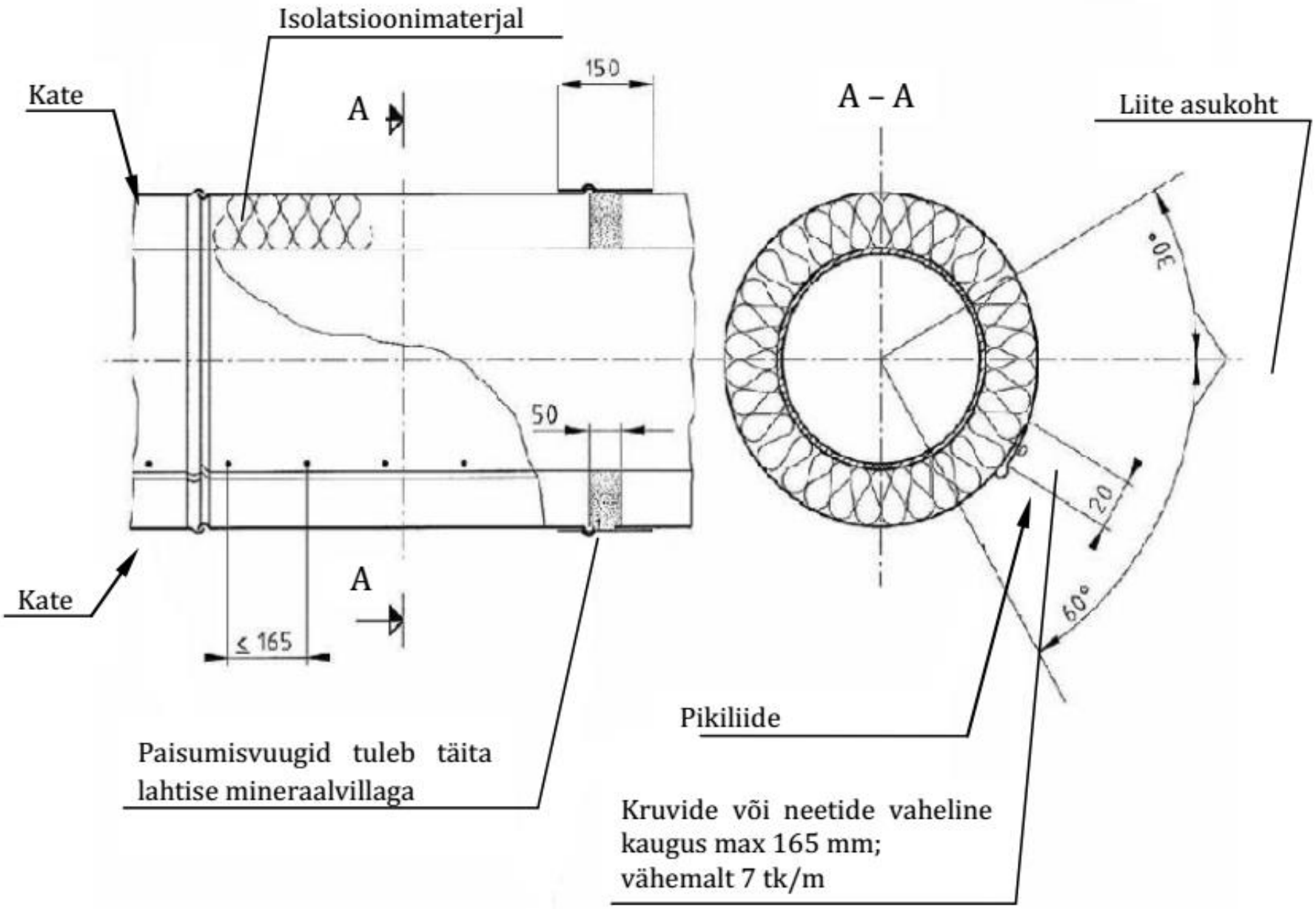


Paisumisvuugid

(D annab võimaluse paisuda igast vuugist)

Töötemperatuur °C	Kaugus m
< 80	-
80 kuni 120	12
≥ 120	6




Isolatsioonimaterjal
Kate
A
150
A – A
Liite asukoht
30°
50
20
60°
Kate
≤ 165
A
Pikiliide
Paisumisvuugid tuleb täita lahtise mineraalvillaga
Kruvide või neetide vaheline kaugus max 165 mm; vähemalt 7 tk/m

Isolatsiooni kate

- Tihti kõige keerulisem ja kallim osa isolatsioonist
- Suurema osa isolatsiooni maksumusest moodustab tihti plekkkatte detailide valmistamine töökojas.
- Selle töö jaoks on vaja kõrge kvalifikatsiooniga tööjõudu

Isolatsiooni kate

- Kattest sõltub, kas isolatsioon püsib, kas ta toimib ja kuidas kogu asi välja näeb.
- Isolatsiooni kate mõjutab tihti hoone interjööri üldmuljet
- Kui isolatsioon on kaitstud kohas, kus keegi ei käi ja miski teda ei mõjuta ja keegi teda ei näe, pole katet vaja.
- Kuni 2,5m maast ja kõik käeulatuses olev tuleb katta plekiga

Plekkkatte kinnitamine neetidega





kruvidega







Kinnitused ja tugikonstruktsioonid

Mineraalvilla kinnitamine

- Mineraalvilla matid ja plaadid tuleb isoleeritavale pinnale kinnitada piikidega
- Võivad olla kas
  - keevitatud







Liimipiigid

(tasub neediga üle kinnitada)



Kinnitusi peab olema 6 tk /m²

Vill kinnitatakse piikidele lukustusseibidega





Isolatsiooni kvaliteet

Isolatsiooni kvaliteet

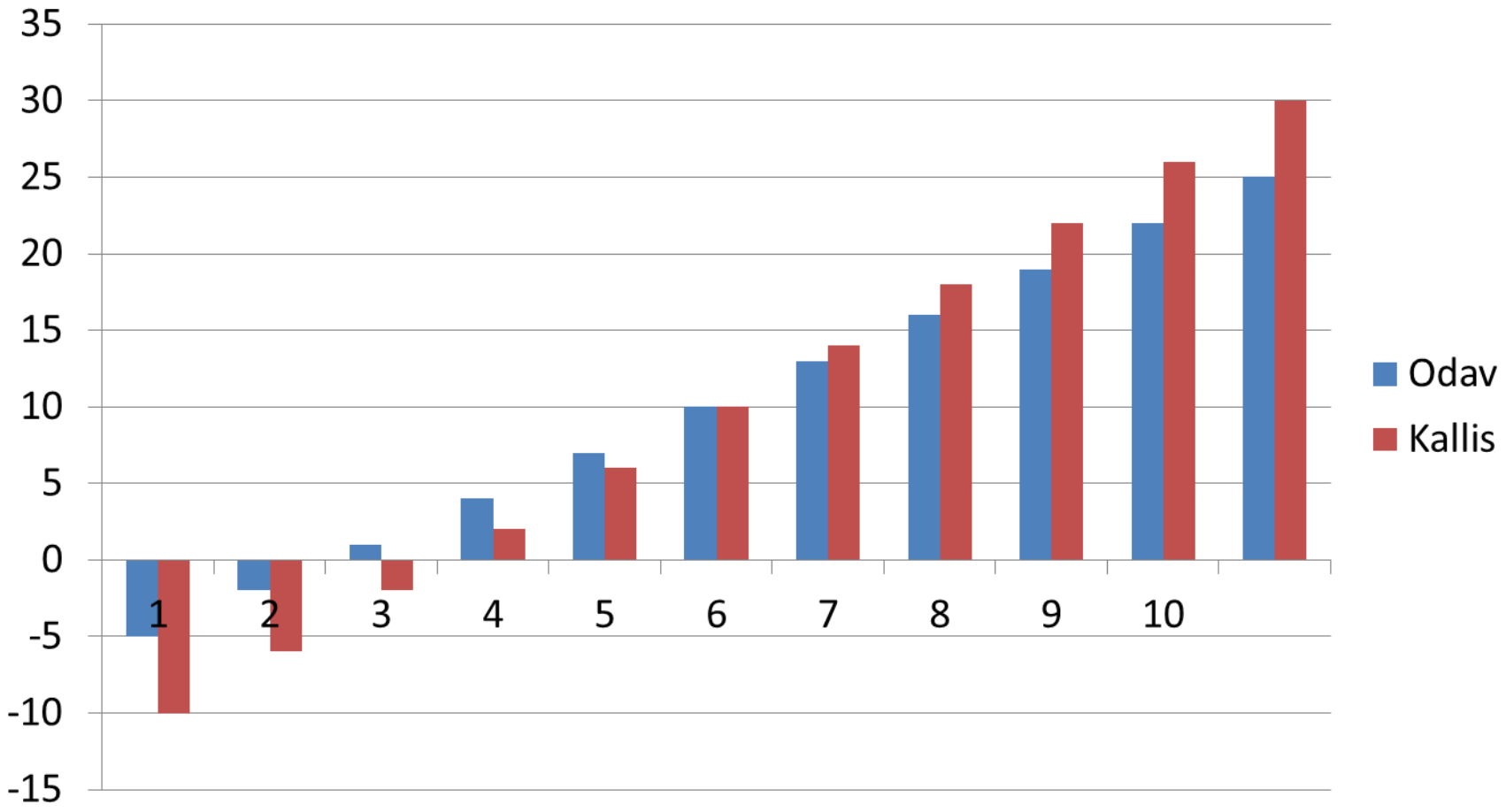
- Vaid kvaliteetne, õieti ja õigest materjalist tehtud isolatsioon kestab kaua ja säästab energiat (raha) kogu oma kasutusaja jooksul
- Heast materjalist ja õigest paksusest ei ole kasu, kui see on valesti paigaldatud.
- Veel hullem kui ka materjal on vale, plekkkate valesti tehtud ja isolatsioon ei suuda kanda plekkkatte ja muud koormust, mis talle antud olukorras mõjub.

Tasuvusaeg

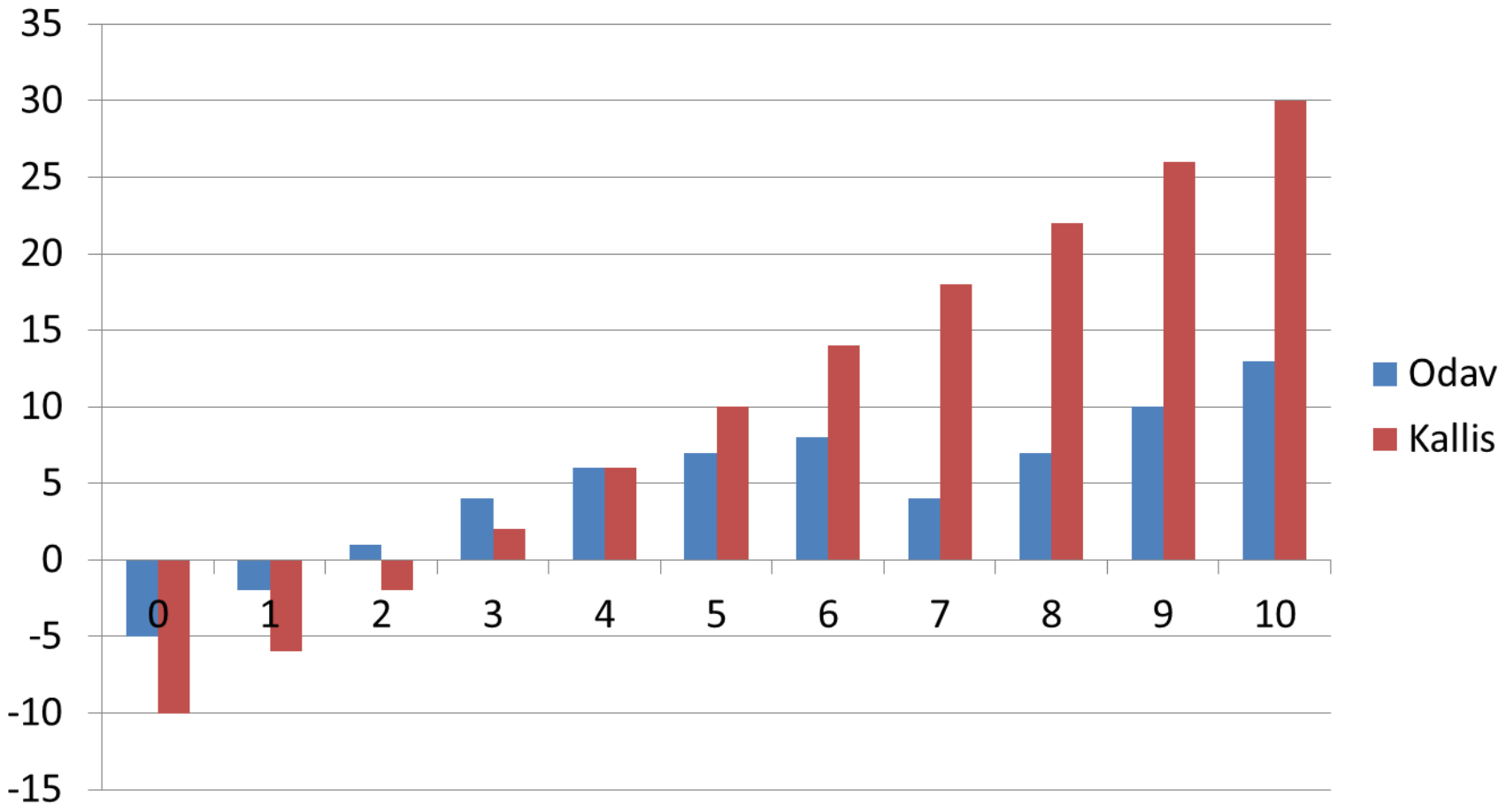
Kogukulu (Total cost of ownership) on see näitaja, mille järgi tuleks isolatsiooni paksus valida

Kogukulu= isolatsiooni hind (materjal ja töö kokku)+ kogu ekspluatatsiooni aja jooksul läbi selle isolatsiooni kaotatud energia hind

Isolatsiooniga säästetud raha



Isolatsiooniga säästetud raha



Torustike isolatsioon

Torustike isolatsioon

- Vajalik, et vedelik/gaas jõuaks sihtkohta samal temperatuuril, kaotaks võimalikult vähe energiat ja ei kõrvetaks kedagi
- Torud liigutavad end temperatuuri muutuste korral, ka sellega tuleb arvestada
- Keeruline teha, sest tihti ei ole toru sirge


Torustikuisolatsiooni kalleim osa on plekkkate, eriti selle detailide valmistamine töökojas

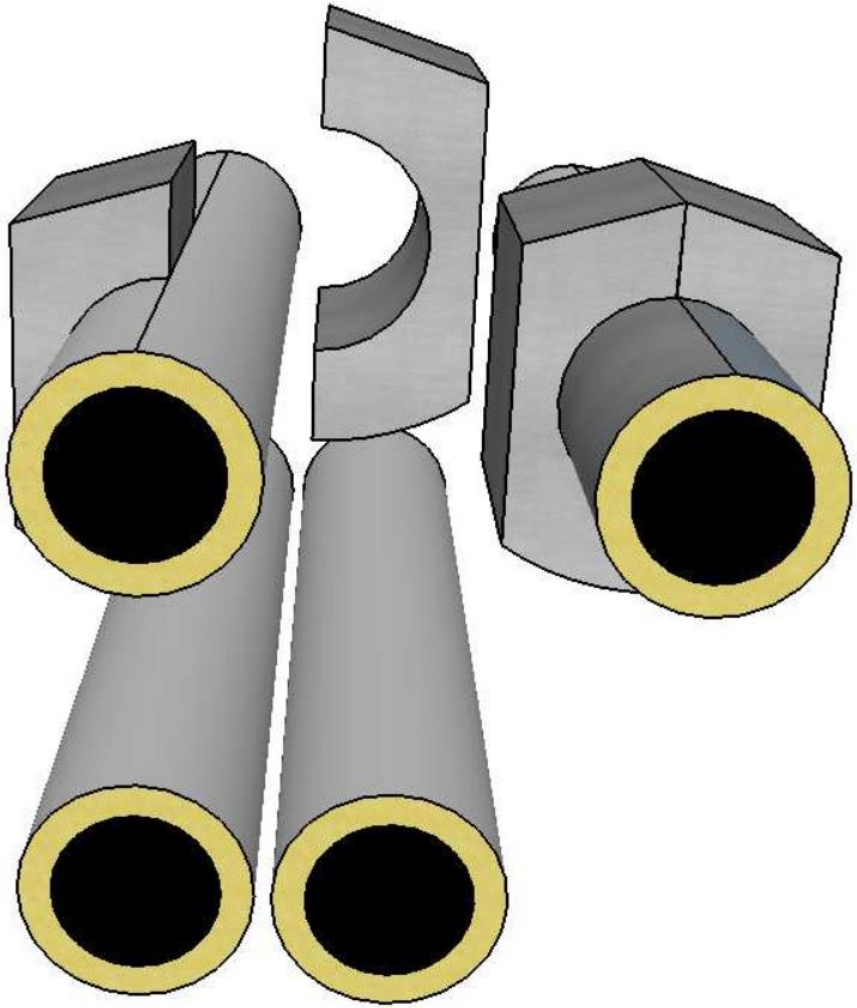


- Veel kallim opn ventiilikarp aga ta hoiab kõvasti energiat kokku ja samas võimaldab ventiili hooldada või vahetada isolatsiooni lõhklumata.




Võrkmatt kinnitatakse ventiilikarbi siseküljele plekiribadega. Võrkmati kinnitamine ventiilile on vale lahendus

Vetiilikarp vajab mitu korda rohkem ruumi, kui toru isolatsioon ja teda peab veel saama ka avada

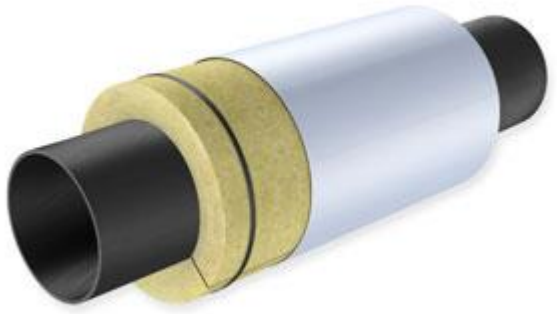


Äärikukarp

Äärikutele ja muudele ligipääsu vajavatele torustiku komponentidele tehakse analoogilised karbid vastavalt komponendi kujule

Serv peab olema kas kaetud plastistist U tihendiga või painutatud L kujuliselt

Toruisolatsioon



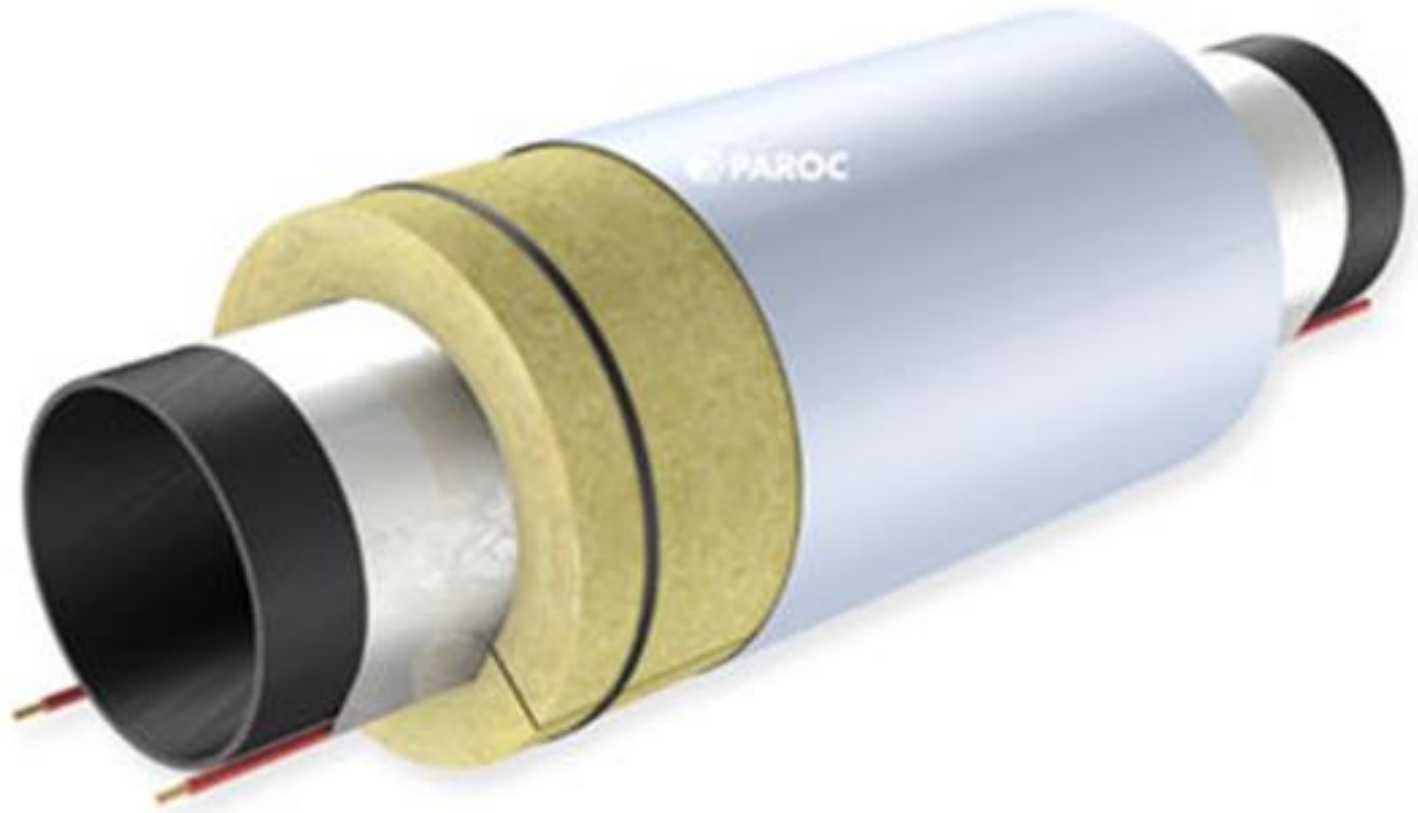
- Parim isolatsiooni-
  materjal torule on koorik
- Isolatsiooni vuuk alati allapoole
- Mitme kihi puhul vuugid eri kohtades
- Kinnitamine traadiga, plast- või metalllindiga 3tk/m, ainult kleepsu peale ei tasu loota




Isolatsioon kinnitatakse
torule traadiga vähemalt
3 kinnitust 1m kohta


Võib kasutada ka plastik- või metallpakkelinti (suurte mõõtude puhul traat ei pea vastu)

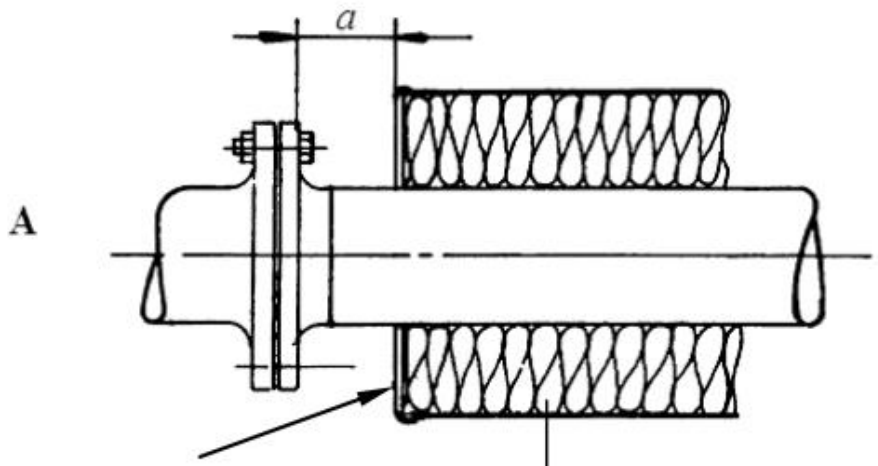
Küttekaabel tuleb eraldada isolatsioonimaterjalist fooliumi või sobiva teibiga, ei kaabel ei jääks üleni isolatsiooni sisse (läbipõlemisoht)



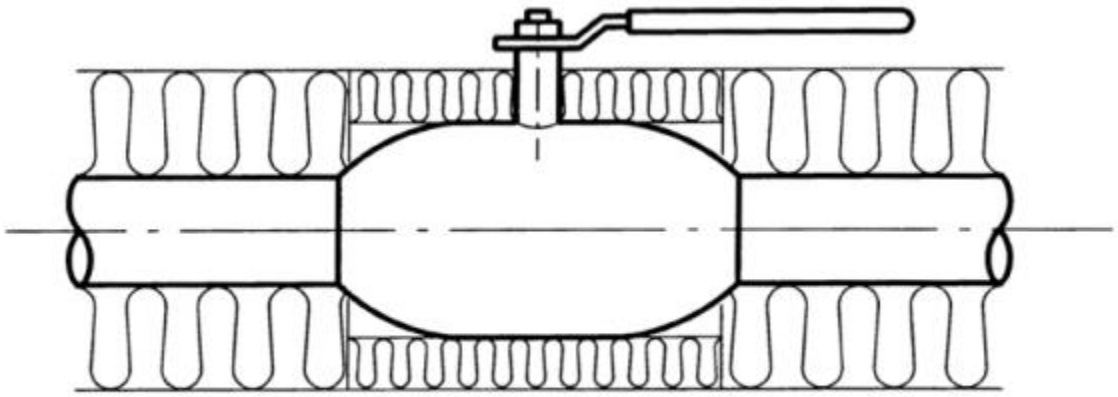
Ventiilikarp

- Karp vajab toetumiseks SIRGE toru isolatsiooni katteplekki



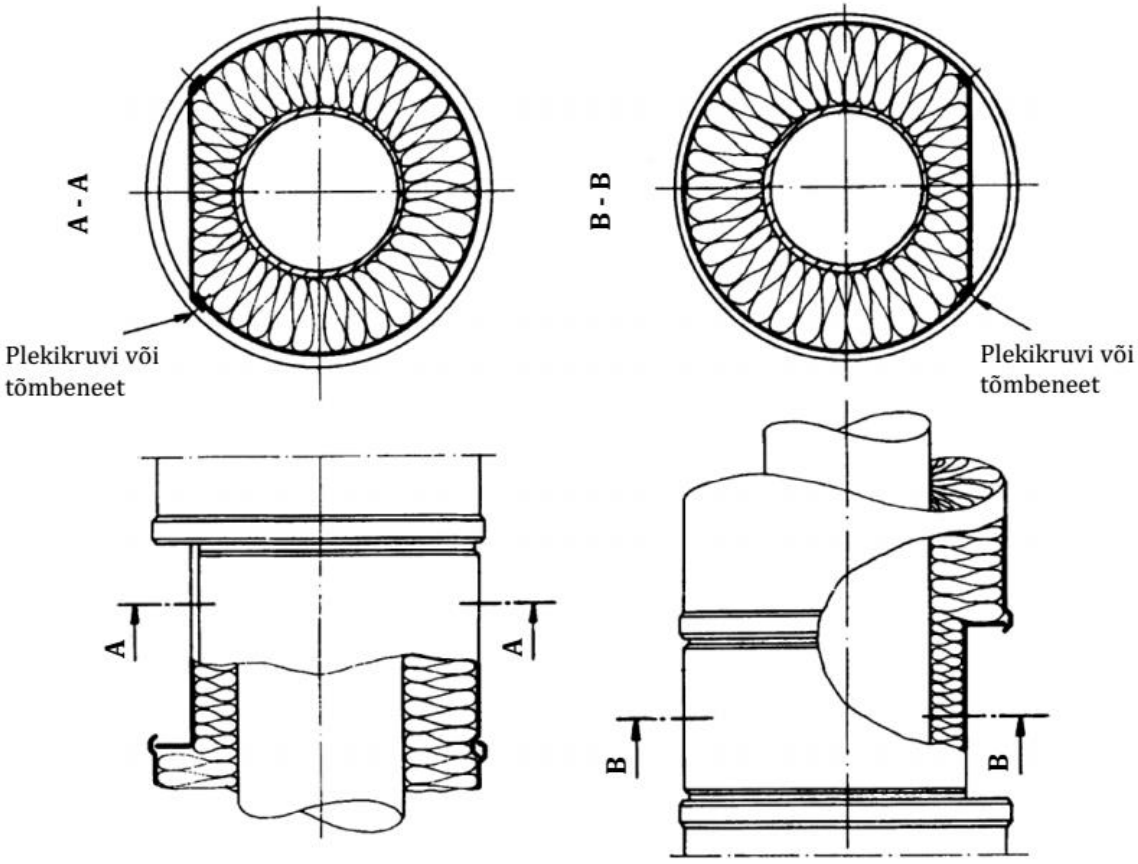


Keevitatud kuulventiili korral võib karbi ka ära jätta aga peab kontrollima, et isolatsioon ei jääks liiga õhuke.

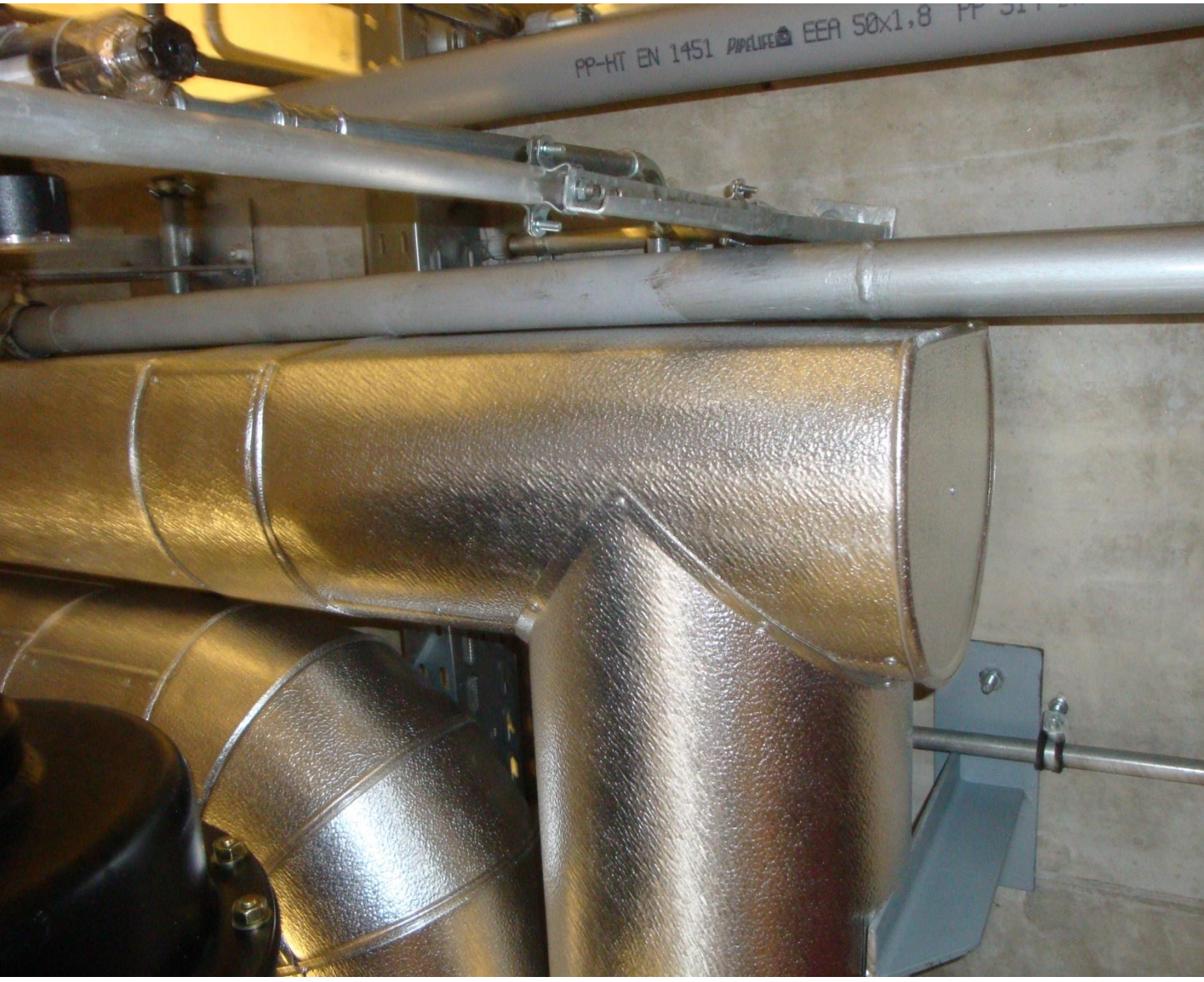


Joonis 18b — Isoleerimine karpi kasutamata

Õhendus

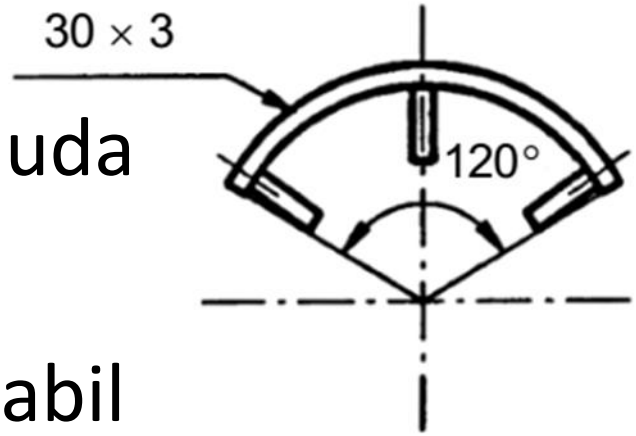


Joonis 13 — Isolatsiooni õhendus


PP-HT EN 1451 PIPELIFE EEA 50x1,8

Toruisolatsioon

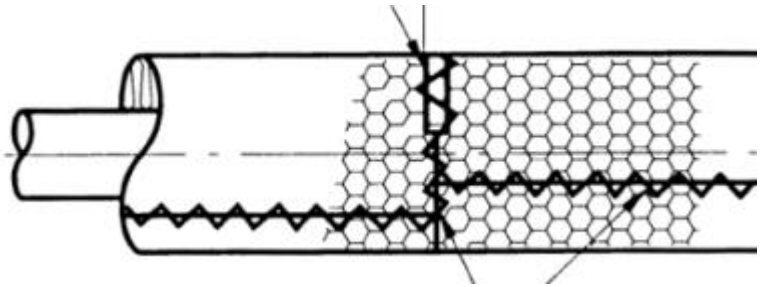
- Teatud juhtudel on mõttekas kasutada ka lamellmatti või võrkmatti.
- Võrkmati puhul kasuta tugirauda
- Võrkmatt kinnitatakse

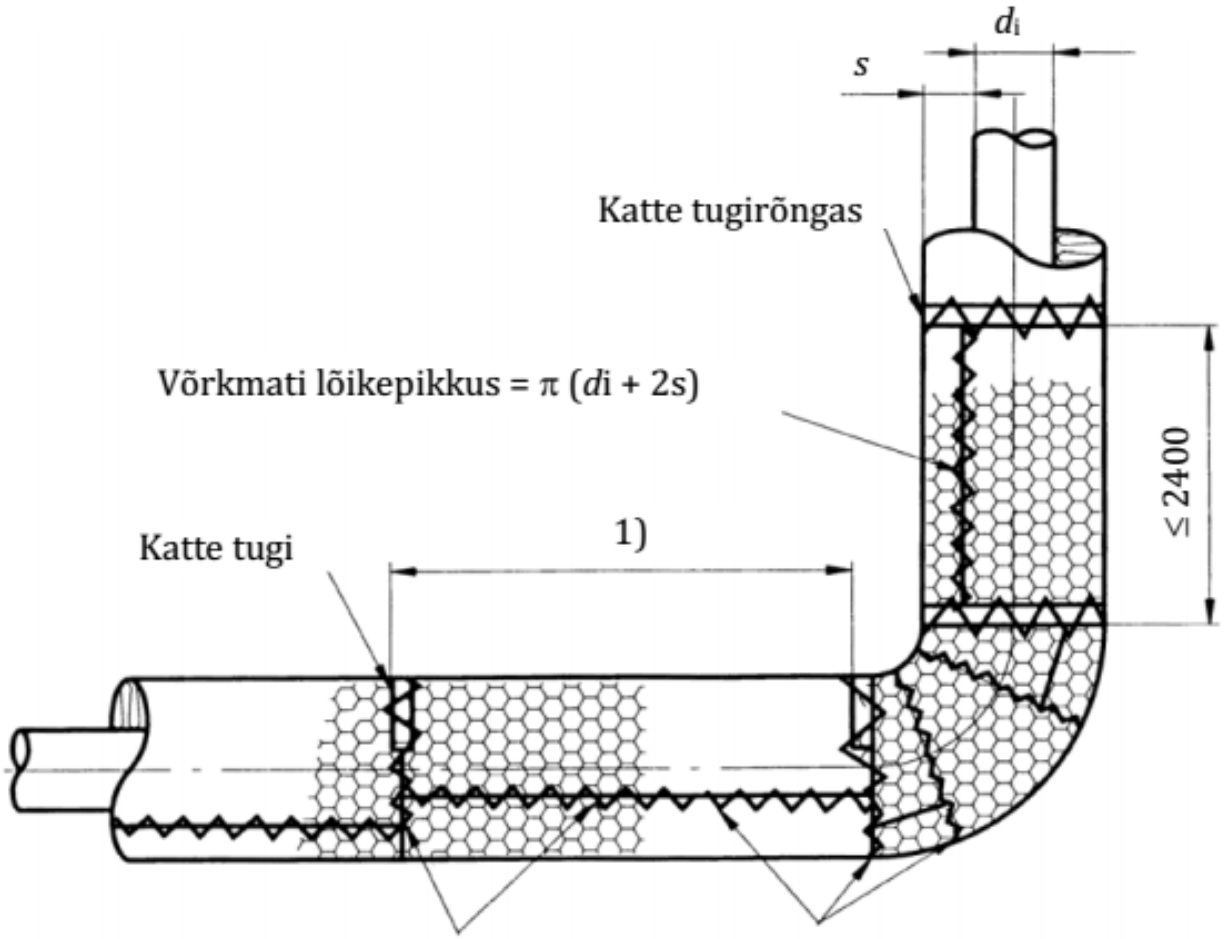


traadiga õmmeldes või konksu abil

võrgusilmasid kokku keerates

on ka traadist klambrid

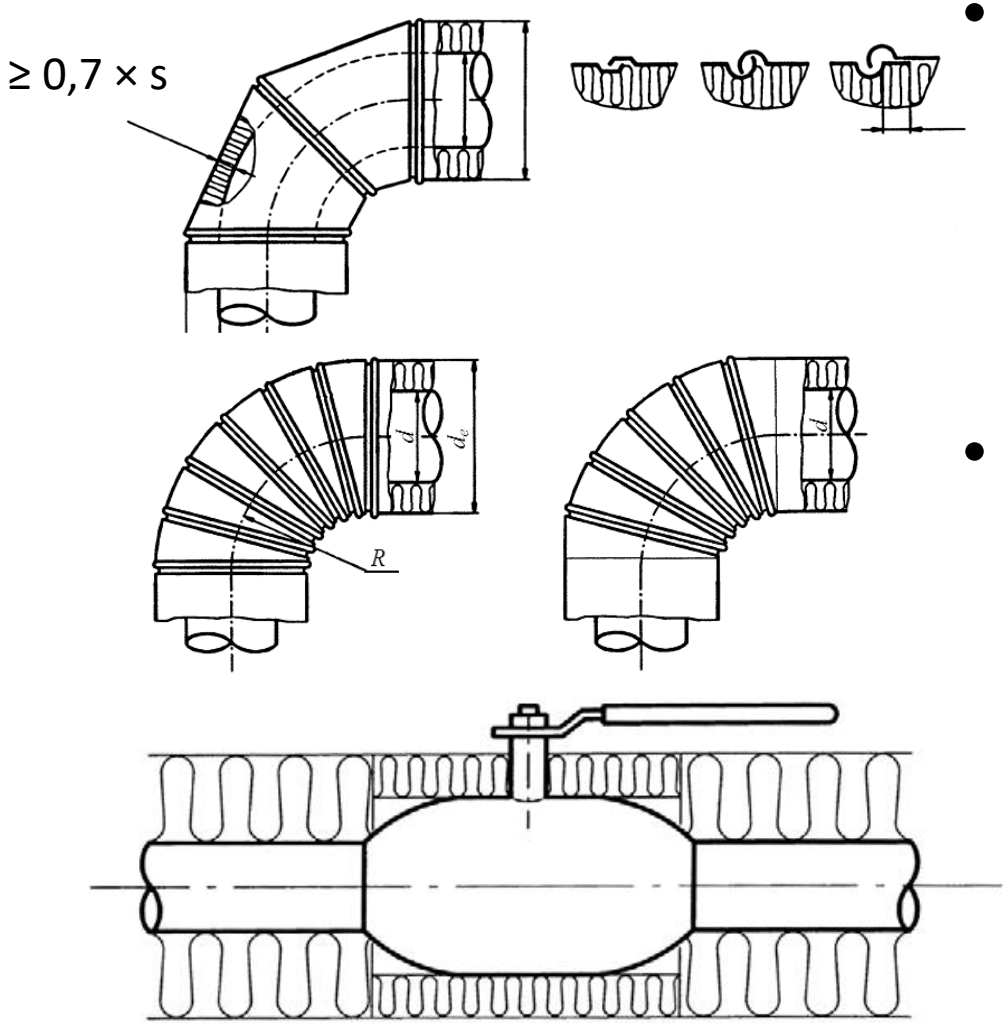




Võrgusilmad tuleb ühendada omavahel sammuga < 100 mm või õmmelda kokku tsingitud terastraadiga d 0,9 mm.

Tihendatakse lahtise mineraalvillaga

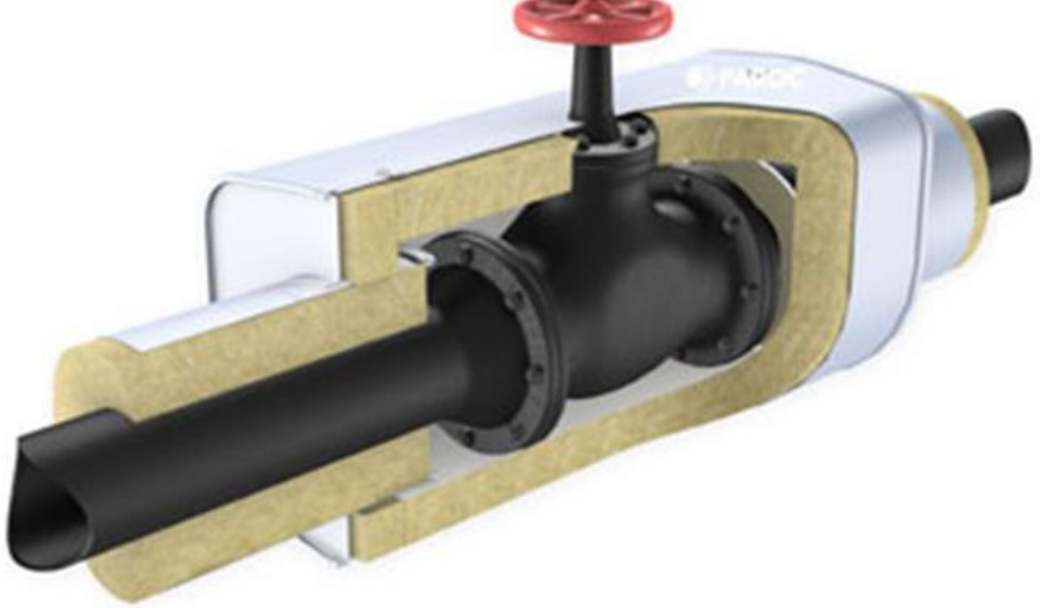
1) Samm ≈ 900 või 1200 olenevalt katte laiusest

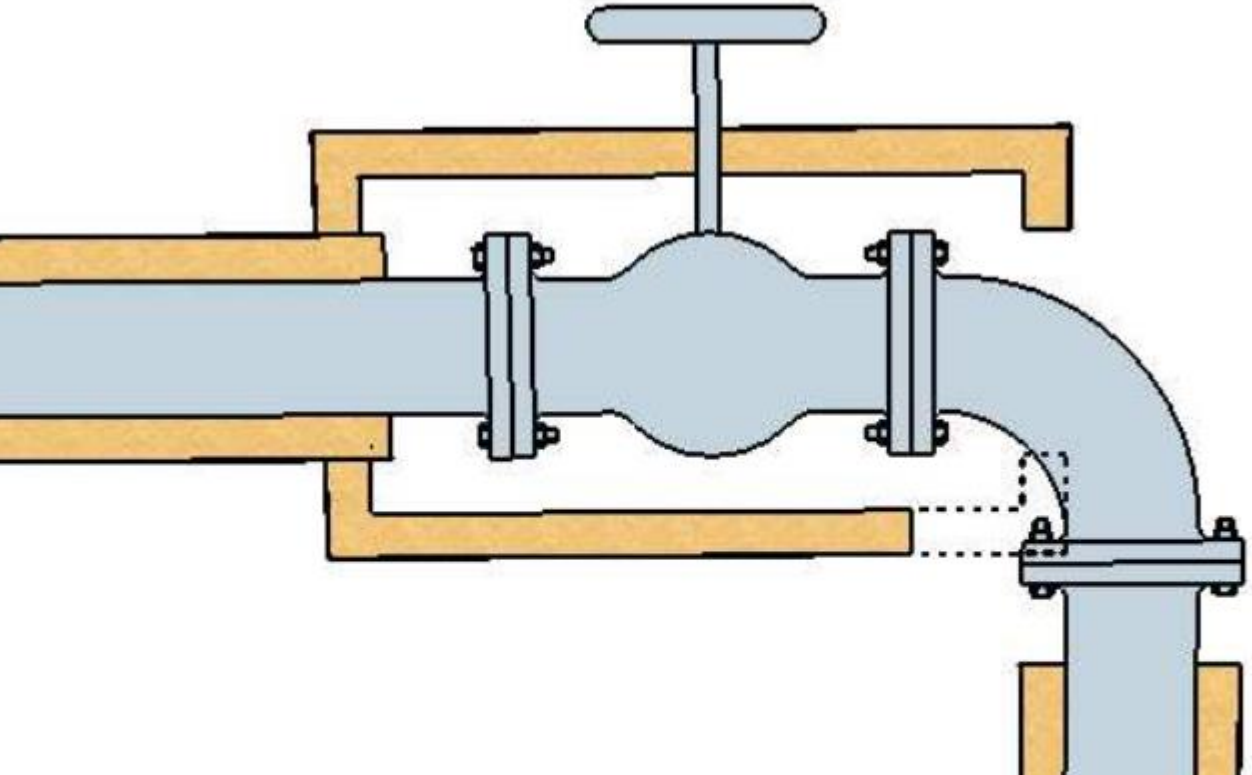


- Mitte kusagil ei tohiks isolatsioonipaksus olla õhem, kui 0,7 nominaalpaksust

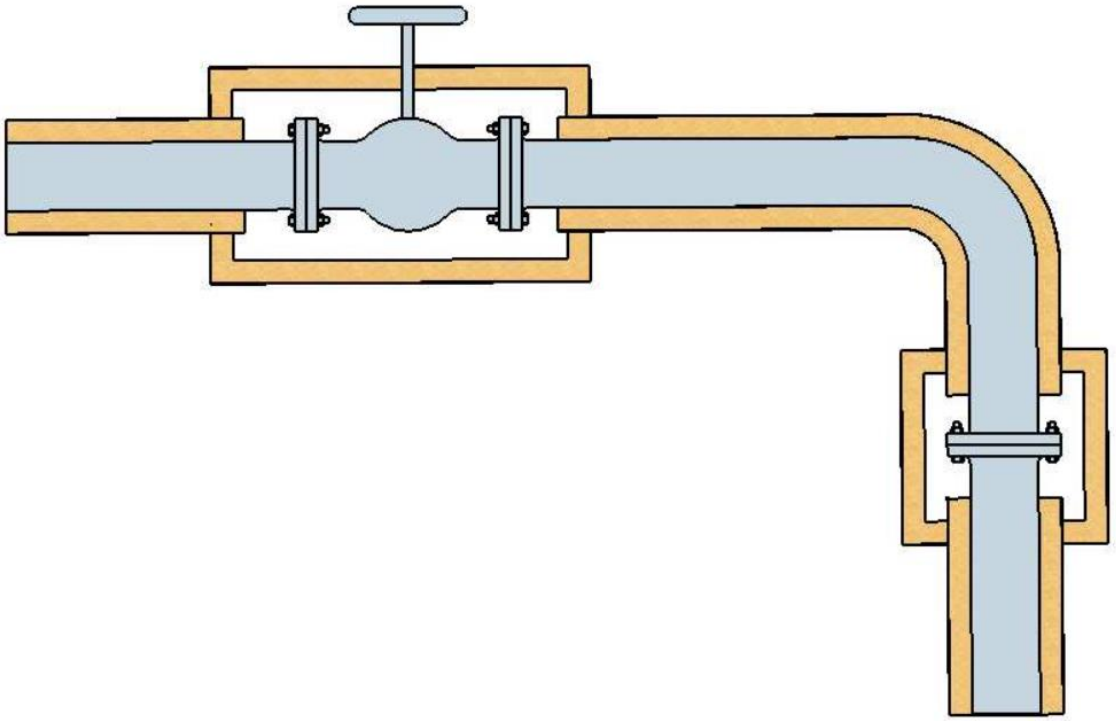
- Peale selle tuleb kontrollida, et pinnatemperatuur ei ületaks lubatud 70°C piiri.

Karp vajab toetuspinda, seda saab pakkuda vaid sirge toru





Alati jätta veidi sirget toru kahe fassoonosa vahele



Tuleb arvestada, et solatsioon kasvatab põlve ja kolmiku mõõtu nii paksuses, kui ka pikkuses






Kanduri ümbruse
plekkkate peab olema
täpselt ja tihedalt
tehtud, et tuul ja vihm
sisse ei pääseks

Tüüpvead

Tüüpvead

- Projekteerija ei joonista isolatsiooni projekti, mistõttu isolatsioonile ei jäeta piisavalt ruumi
- Ei joonistata ventiili/flantsikarpide isolatsiooni projekti – ei jäeta neile ka ruumi
- Suured kandurid ja õhuke isolatsioon – kanduri kõrvad jäävad isolatsioonist välja


Isolatsioon peab olema vähemalt niii paks, et ta katan ka torukanduri kõrvad.

Kandekonstruktsioon isolatsiooni sees toimib energiasillana ja põhjustab suurt energiakadu.



Ri jäeta isolatsioonile piisavalt ruumi



Lühike spindel ei sobi isoleeritavale torule

Ta nõuab isolatsiooni õhendamist, mõttetut täiendavat käsitööd ja sellega kaasnevat pidevat täiendavat energiakadu kogu ekspluatatsiooniaja vältel, külma- või kondensaadiisolatsiooni korral ka jäätumist või püsivat veeloiku toru all







Hädalahendused, mis tehtud isoleerijate poolt, et lühikesest spindlist tekitatud olukorda lahendada



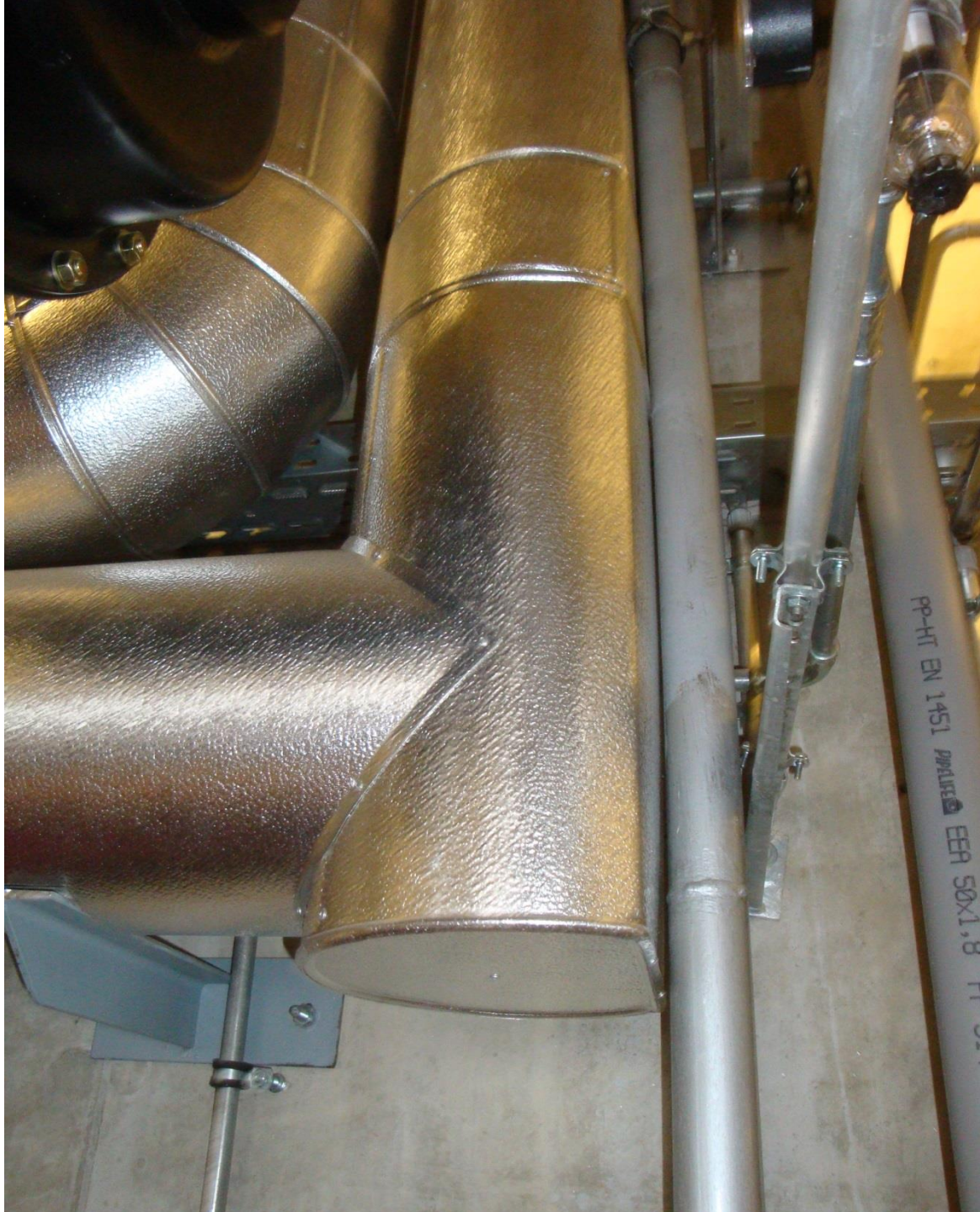


Palju odavam, toimivam ja ilusam oleks tellida pika spindliga ventiilid.

Paisumisvuuki pole



Ei jäeta isolatsioonile ruumi



Ei jäeta ruumi ventiilikarpidele



ventiil põlve kõrval



Toru ei ole ava keskel





Kandurid kinnitatud otse jahutustorule







- Isolatsioonimaterjal ei kanna koormust

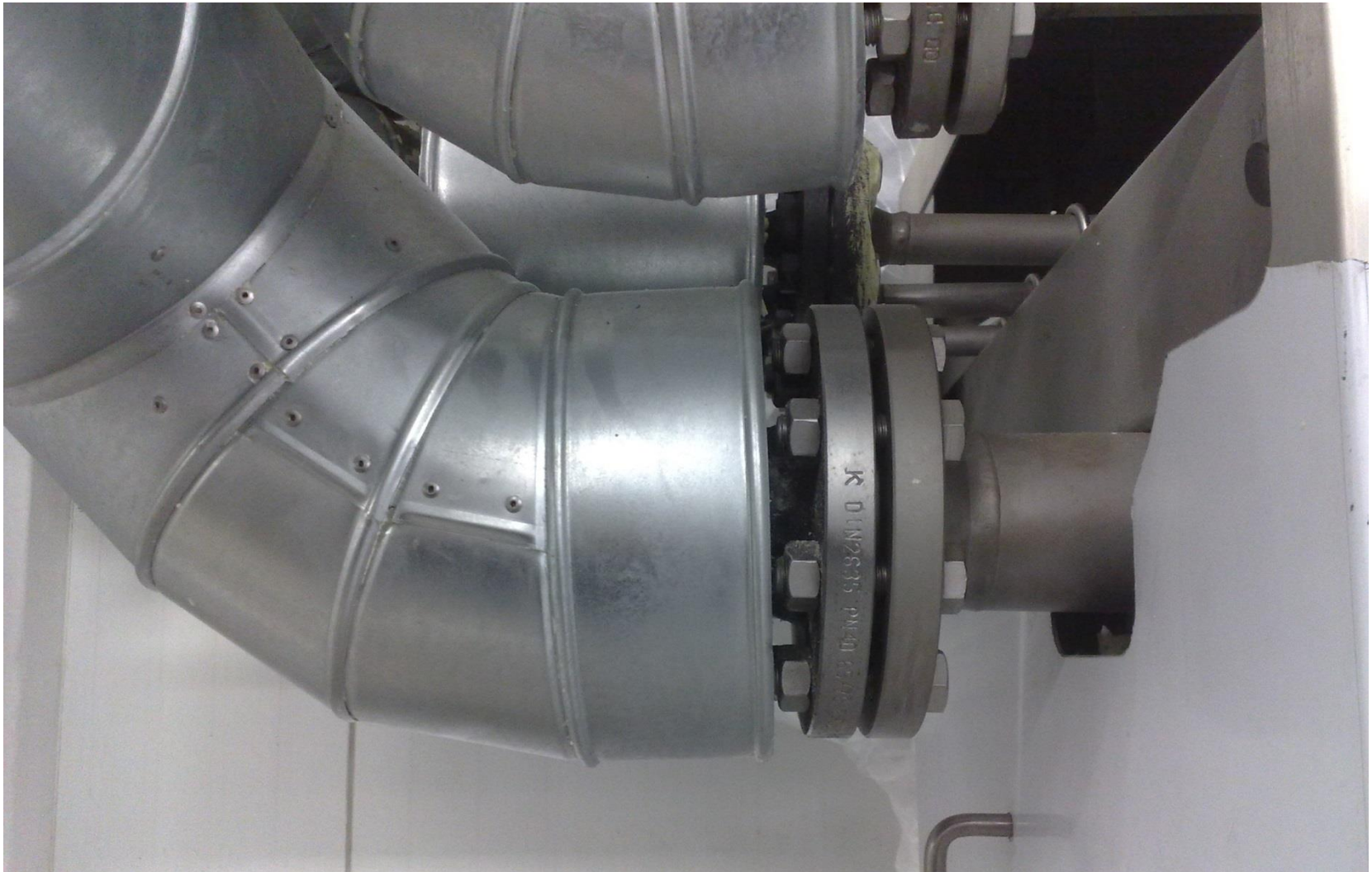
Isolatsioon ei ole paigaldatud tihedalt



Isolatsioon ei ole tihedalt



Ei ole jäetud ruumi poldi-mutri eemaldamiseks



Plekkkate ei ole veetihe



Mahutid

Mahuti puhul on keerulisem osa tema ots või katus.

Väikesed mahutid tehakse kas koonilise otsaga (vahel ka sirge otsaga, aga päris sirge plekk ei ole kunagi sirge) või tseppeliinotsaga


GRASSNER










bar



Väike mahuti isoleeritakse võrkmatiga või ka lamellmattiga, päris suurte korral saab ka villaplaate kasutada aga need ei kuulu hoone tehnosüsteemide hulka nende isoleerimine on palju keerulisem teema.
Kui isoleeritava objekti läbimõõt alla 1200 mm, pole vaja isegi piikidega kinnitada.

Kui on alla 1,2 m mõõdus mahuti, pole ka piike vaja kasutada.

võrk ja ka plekkkate hoiavad villa paigal ja aga plekkkate tuleb ikka toestada.





Suurte
(üle 15m
läbimõõduga)
mahutite
korral saab
kasutada ka
plaatvilla

Suuremate korral tuleb vill ikka korralikult Kinnitusi – villapiike vähemalt 6 tk m2-l. Kõik plaadid üksteise vastas



Mahutite ja seadmete ühendusosade pikkus peab ületama isolatsiooni paksust vähemalt 200 mm võrra, et võimaldada äärikühenduste avamist isolatsiooni vigastamata.





Mahutite ja seadmete ühendusosade pikkus peab ületama isolatsiooni paksust vähemalt 200 mm võrra, et võimaldada äärikühenduste avamist isolatsiooni vigastamata.







Redeli kaugus mahutist

Vähemalt isolatsiooni paksus + 200mm

Elektrikilpide, harutooside ja kaabliredelite kaugus mahutitest peab ületama isolatsiooni paksust

vähemalt 200 mm võrra.



Survemahuti tehniliste andmete sildi kaugus mahuti seinast peab ületama isolatsiooni paksust vähemalt 20 mm võrra.

Survemahutile isolatsiooni kinnitamiseks kasutatavad kinnituspiigid, -aasad jm tugikonstruktsioonid tuleb keevitada mahuti külge mahuti valmistamise ajal enne surveproovi.

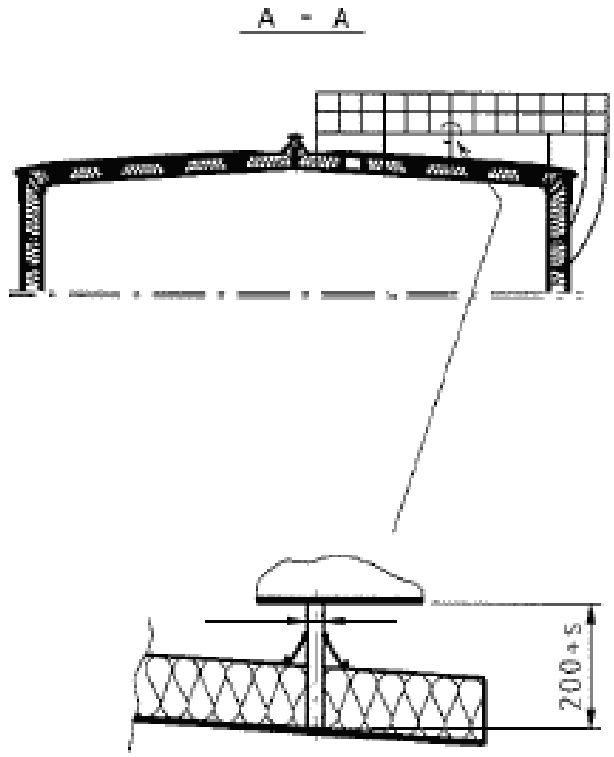




Mahutite peal asuvate teenindusplatvormide tugikonstruktsioon tuleb valmistada torudest, et tagada kandurite isolatsioonist läbiviigukohtade hea tihendus.

Platvormi kaugus mahutist peab ületama isolatsiooni paksust vähemalt 200 mm võrra.

.



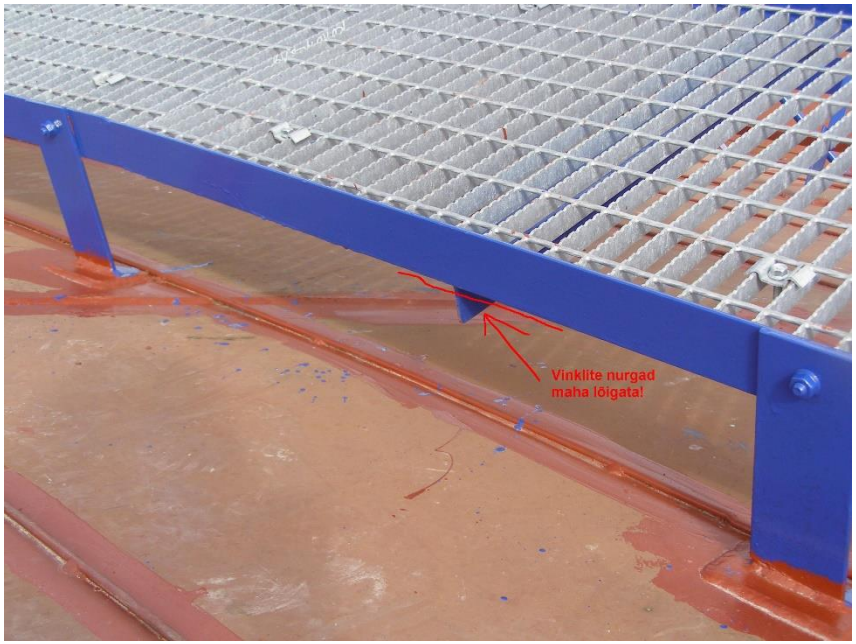




Isoleeritavad pinnad, mida mööda peab hooldus- ja remondipersonal mõnikord liikuma, tuleb tugevdada 1 mm kuni 3 mm paksuse plaadiga või isoleerida koormust taluva isoleermaterjaliga.







Kui on pidevalt vaja käia, tuleb ehitada käiguteed.

- Mahutite katustele käigu-, jalg- ja sõiduteede kohale tuleb ette näha lumetõkkekonstruktsioonid

- Tuleb ette näha piisav tuulutus, et võimaldada mis tahes põhjusel isolatsioonisisse sattunud niiskusel välja tuulduda.



Majatehniline isolatsioon

Majas isoleeritakse:

- Küttetorustikud ja seadmed
- Ventilatsioonitorustikud ja seadmed
- Jahutustorustikud ja seadmed
- Soojaveetorutikud (vajadusel)
- Külmaveetorustikud (vajadusel)
- Sadeveekanalisatsioon (vajadusel)
- Heitveetorud (vajadusel)

Küttesüsteemi isolatsioon

Küttesüsteemi osad

- Tootmine transport tarbimine







Tootmine (katlamaja)

- Katlamajas ei ole isolatsiooni üldse vaja, sest kui katlamaja töötab, peaks kogu õhk nagunii lahkuma korstna kaudu.
- ☺
- Tegelikult on katlamajas isolatsioon oluline nii energiasäästuks, protsessi püsivuseks, kui ka turvalisuse tagamiseks ja see peab olema hästi kaitstud…sest „inimesed töötavad“

Transport

e. soojatrass

Maa all künas



Maasse kaevatud eelisoleeritud torustik



Õhutrass



Trass

- Kuna sellel etapil läheb energia süsteemi jaoks lõplikult ja täielikult kaotsi tasub olla eriti hoolikas ja teha töö kvaliteetselt
- Õhutrassi puhul on äärmiselt oluline veekindel plekkkate

Tarbimiskoht e. köetav hoone

- Isolatsioon on vajalik, et soe jõuaks õigesse kohta ja jaotuks ühtlaselt või nagu vaja
- nõuded isolatsioonile pole nii ranged, sest kogu kadu jääb n.ö. omadele



- tihti paikneb hoonesisene toru mittekäidavates kohtades, mis võimaldab kaitsva katte ära jätta ja isoleerida fooliumkoorikuga



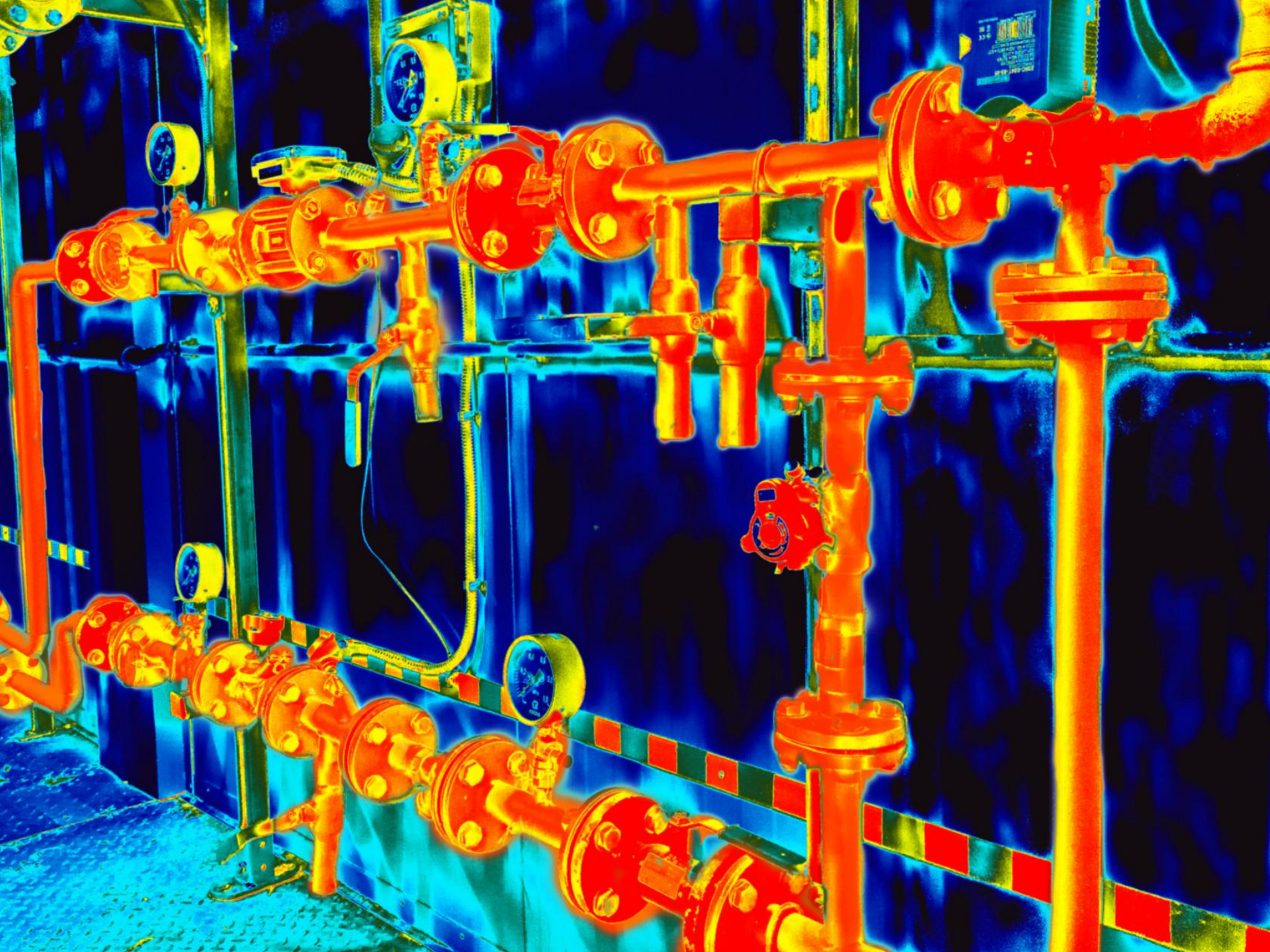
- käidavates kohtades tuleb katta, muidu hävib kiiresti

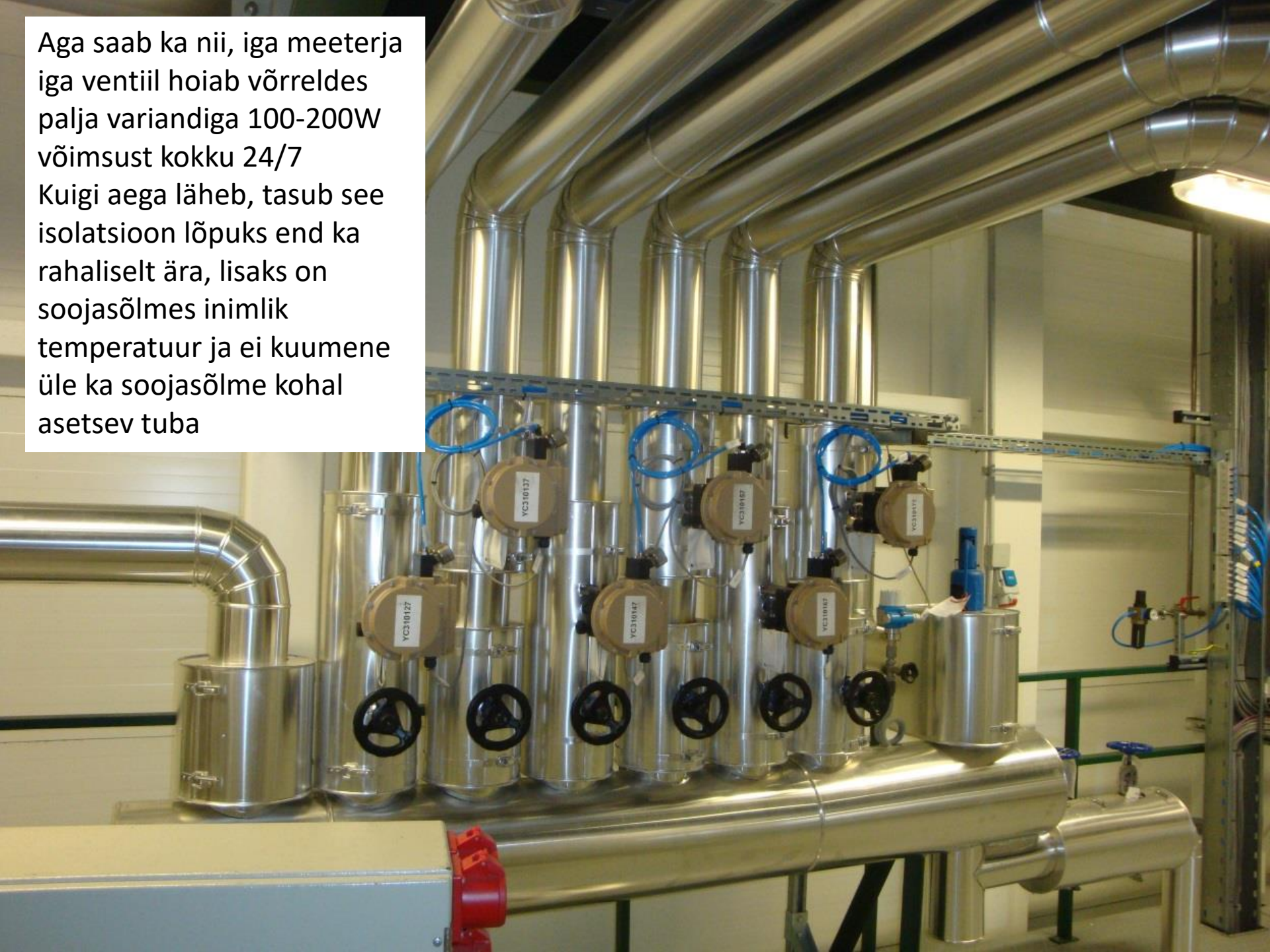

Kõik, mis on allpool 2,5m tuleb
katta plekiga, muidu ta lihtsalt
lõhutakse ära.
Lae all, kuhu keegi ei ulata,
võib olla ka paljas foolium.

Soojasõlm

on koht kus kütta pole vaja, seega tuleks korralikult isoleerida,






Aga saab ka nii, iga meeterja iga ventiil hoiab võrreldes palja variandiga 100-200W võimsust kokku 24/7
Kuigi aega läheb, tasub see isolatsioon lõpuks end ka rahaliselt ära, lisaks on soojasõlmes inimlik temperatuur ja ei kuumene üle ka soojasõlme kohal asetsev tuba

Soojasõlmes võiks ikka plekk peal olla, muidu läheb isolatsioon katki ja kõik tasub ära isoleerida, sest iga meeter ka sellist peenikest toru kiirgab välja 100-200W küttevõimsust pidevalt.

Soojasõlme pole vaja kütta.





- Kui toru läheb isoleerimisele, peab see isolatsioon läbima ka seinu, see on isegi kaugküttestandardis kirjas aga tegelikus elus tihti unustatakse.
- Sellise kitsa pilu täitmine millega iganes ei ole ka lihtne, seega läheb sealt läbi ka tuli ja müra.

Mail on veel palju maju, kus torustikud ja isolatsioon on sotsialismiaegsed. Siis laotati torud keldris laiali nii, et oleks mugav teha, kas ta joonistel ka nii oli, ma ei tea. See raiskab mõttetult palju ruumi, mida võiks kasvõi panipaikadeks kasutada.

Pigem võiks torud ikka kas seina peal või lae all olla ja ühes kihis, kui vähegi võimalik.





- Eriti paha on, kui torud on paigutatud nii, et kraani keeramiseks on vaja neist üle ronida, siis ei ole isolatsioonil elulootust.

Ventilatsioonisüsteemi isolatsioon

Milleks ventilatsioonisüsteemile isolatsioon?

- Isolatsioon võimaldab ruumi saadetava õhu kohalejõudmise õigel temperatuuril ning kogu hoones ühtlast temperatuuri hoidmise
- HVAC süsteemi isolatsiooni maksumus moodustab tavaliselt 5-10% HVAC süsteemi kogumaksumusest
- HVAC süsteem tarvitab umbes 30% hoone kütteenergiast
- Jahutamine maksab kolm korda rohkem, kui kütmine

Milleks isolatsioon?

- Isolatsioon hoiab ära kondensatsiooni nii vent-torustiku sise, kui välispinnal
- Tulekahju korral väldib tulekahju levimist vent. süsteemi kaudu
- Vähendab müra levikut
- Annab ventilatsioonitorustikule kena välimuse

LAM

- Levinum isolatsioonimaterjal ventilatsioonitorustike isoleerimisel on lamellmatt

- Lamellmatt sobib kui süsteemi sellele osale ei ole tulepüsivusnõudeid.

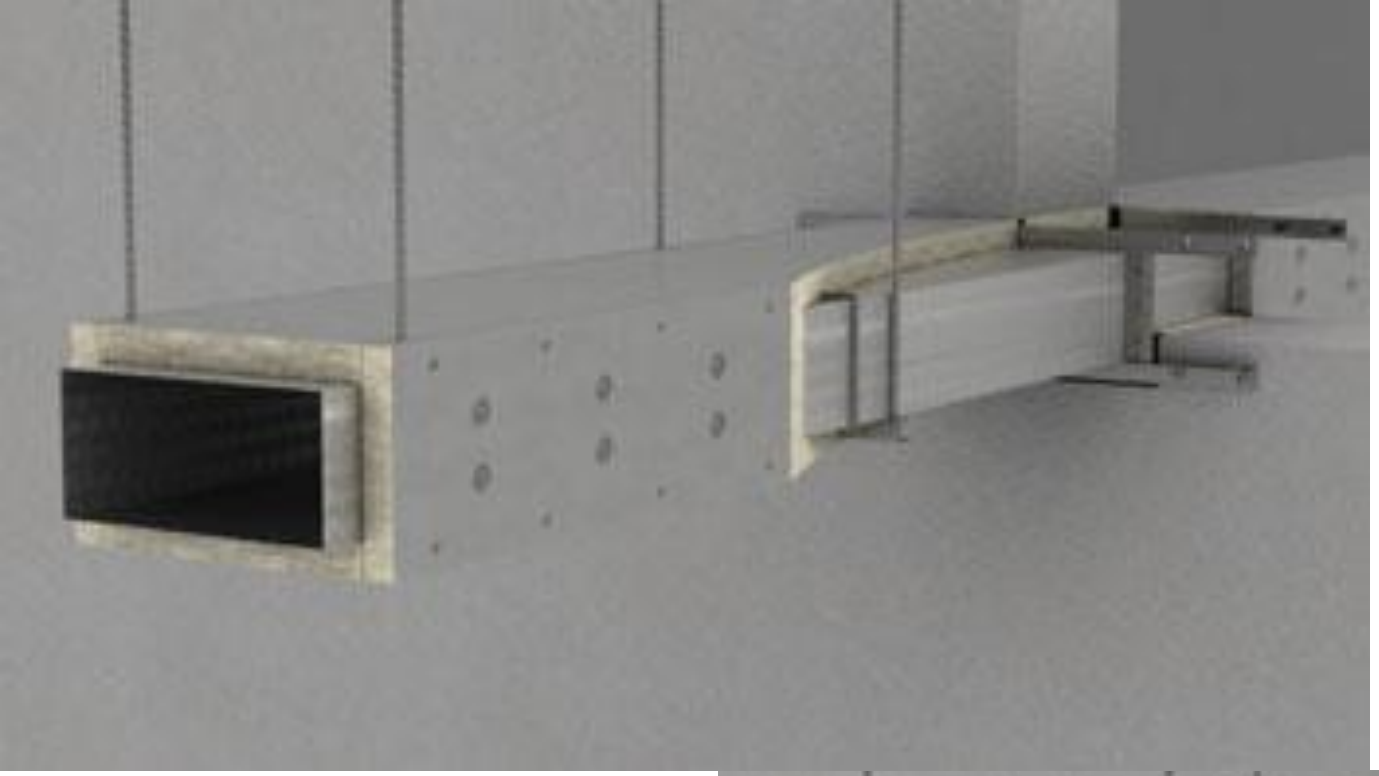


Võrkmatt

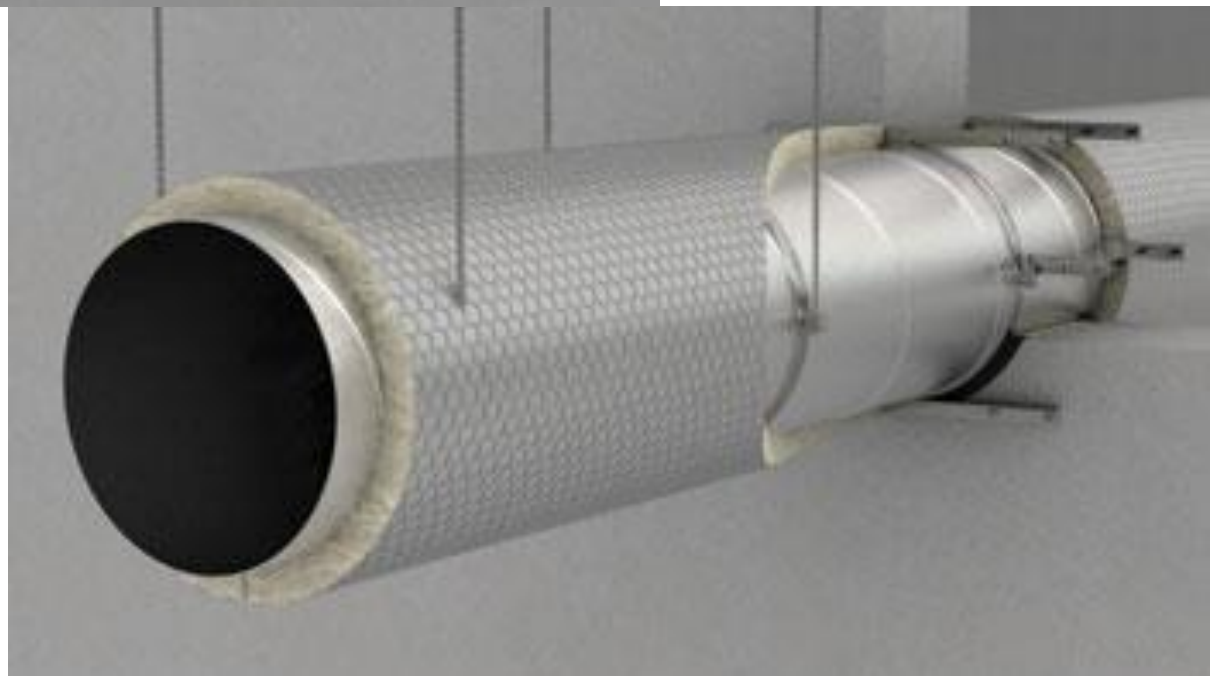
- Võrkmatt talub ka kõrgeid temperatuure ja kaitseb isoleeritavat süsteemi osa tulekahju korral.





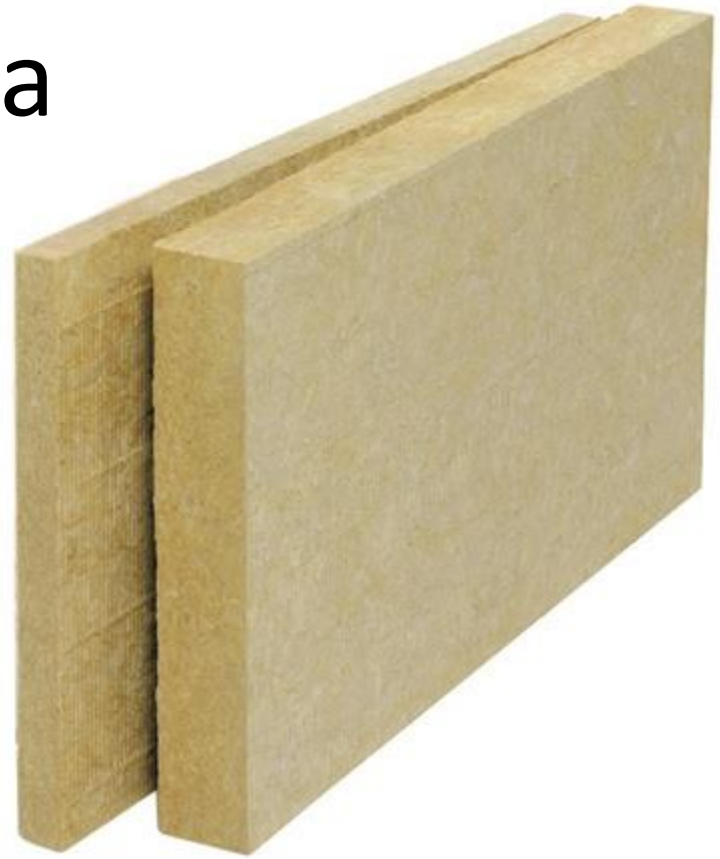


Ka isolatsiooni mitte vajava vent. toru puhul isoleeritakse tulemüürist läbi minev lõik mõne meetri ulatuses



Villaplaat

Kandiliste kanalite ja seadmete korral võib kasutada ka mineraalvillaplaate



Koorik

on küll kallim aga ta on :

- Parema isolatsioonivõimega
- Lihtsam paigaldada
- Kannab plekkkatte koormust
- Kuigi on lamellmatist ja võrkmatist kallim, on ta ka parema isolatsioonivõimega ja poole lühema paigaldusajaga.





Isolatsioonimaterjalid

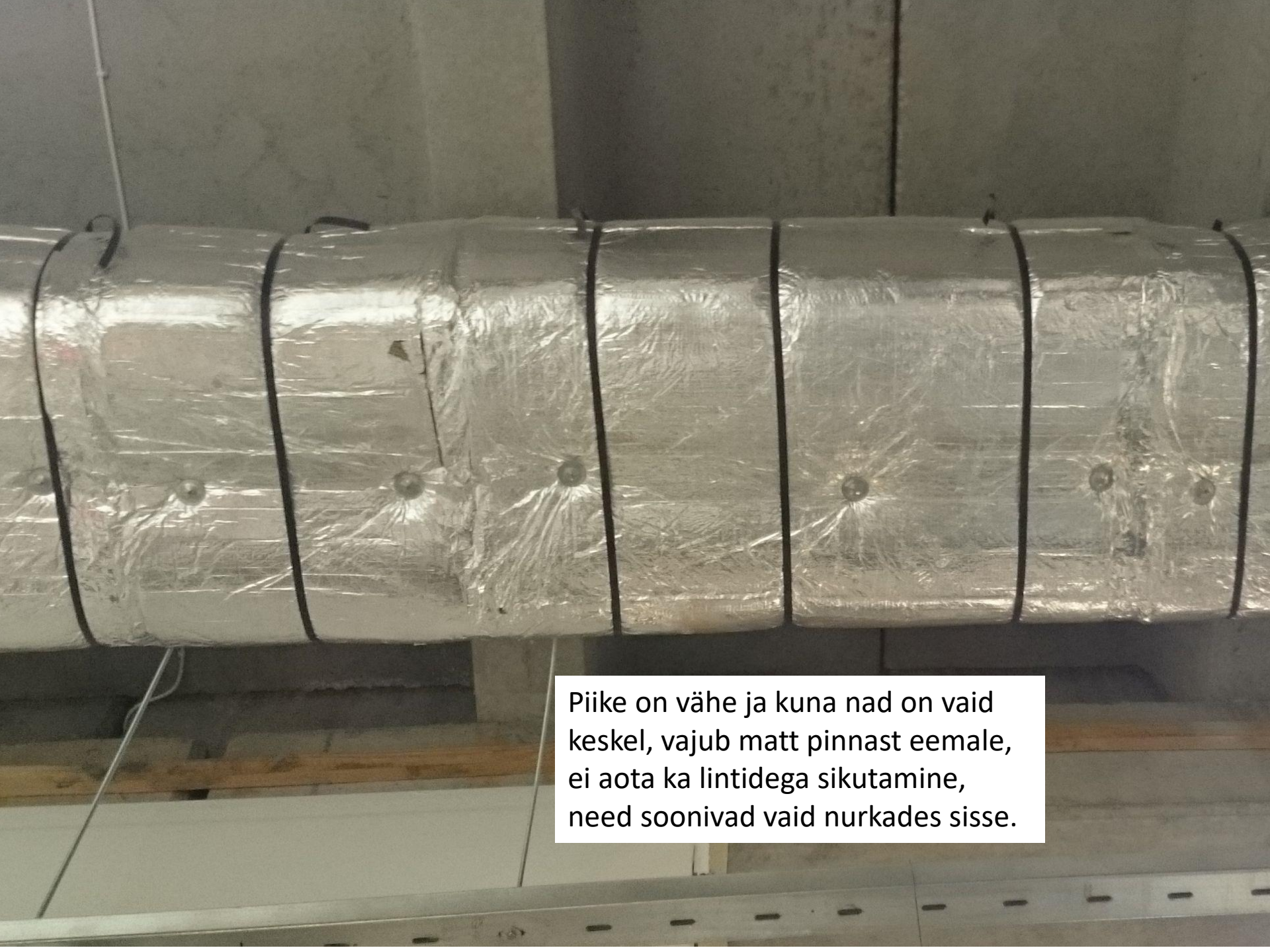
Vahtkumm sobib ka ilma katteta kondensi-isolatsiooniks



Vill kinnitatakse piikidele lukustusseibidega






Piike on vähe ja kuna nad on vaid keskel, vajub matt pinnast eemale, ei aota ka lintidega sikutamine, need soonivad vaid nurkades sisse.


Nii toimib ka aga sama vaevaga saaks ju korrektselt paigutada
Nii on õige ja ilus

Liialdada pole ka mõtet


Kõigis käidavates kohtades
tuleb plekiga katta

Pehme plastikkate ei katse mehhaaniliste mõjutuste eest



Paljas foolium ei ole kate, see läheb väga lihtsalt katki ega kaitse villa

Foolium isolatsiooni ei kaitse, puruneb ise väga kergesti.



- Kui ventilatsioonitoru vajab isolatsiooni, siis tuleb ta isoeerida ka sellel lõigul, mis asub muu isolatsiooni sees.



Müraisolatsioon

- On keeruline ja sõltub paljudest teguritest
- Tasub teada, mida teed
- Lihtne lahendus on tihti maha visatud raha



Jahutussüsteemi isolatsioon

Jahutussüsteem

- Isolatsioonipaksusest ja materjalist olulisem on aurutõkke olemasolu
- Hea on, kui ka materjal ise on ka aurutihe
- Isolatsioon koos aurutõkkega peab olema katkematu

Kindlam on isoleerida aurutiheda materjaliga nagu vahtkumm



Toimib ka katteta aga kuni esimese vigastuseni, parem oleks plekk peale panna



Isolatsiooni paksus

Jahutussüsteemi isolatsioon dimensioneeritakse kastepunkti järgi, ehk ruumi õhuniiskus on põhiline paksuse määramisel

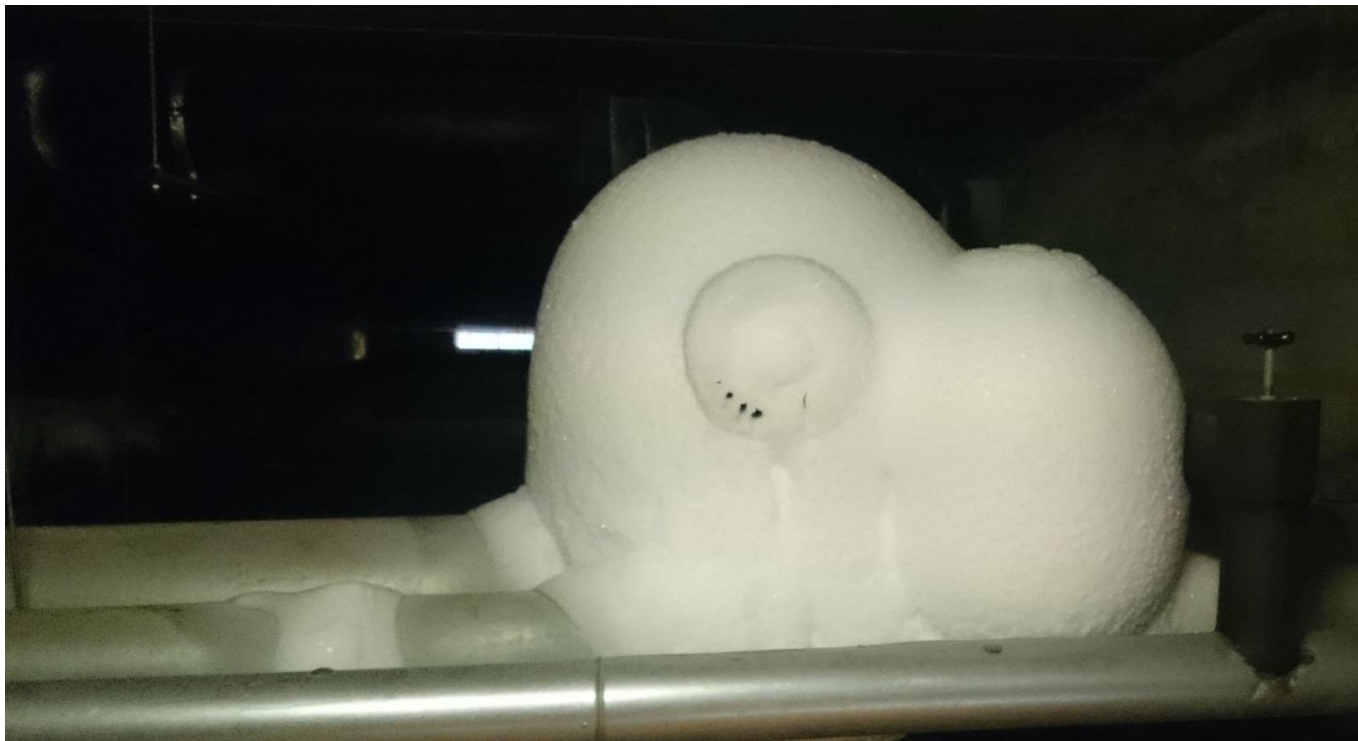
- Jahutussüsteemi torude ja seadmete puhul on oluline, et kandurid ei puuduta toru ennast
- Kandur on isolatsiooni katte peal





Külmaisolatsioon

- Aurutõkke või kogu isolatsiooni katkemise kohal on olenevalt torustiku sisetemperatuurist kas loik või jääkamakas



Külmaisolatsioon

Päris külma pinna isolatsioon peab olema:

- Katkematu aurutõkkega
- Kandekonstruktsioonidest eraldatud
- Õigest materjalist (mis külma kannatab)
- Piisavalt paks (et jää teket vältida)
- Hästi kaitstud (et aurutõke püsiks)
- Õieti tehtud, et kestaks ja toimiks

(vt. EVS 860:2015 ja EVS 860-6:2010)

Kõige parem külmaisolatsioon on

kohapeal valatud

PUR



Külmaveesüsteem

Isoleeritakse vaid vajadusel, näiteks kondentsi vältimiseks

Hoones võib olla ka kohti, kus külmaveetoru tuleb kaitsta külmumise eest, võimalik, et ka küttekaabliga

Soojaveesüsteem

Isoleeritakse vajadusel soojakadude vähendamiseks ja ruumide ülekütmise vältimiseks, samuti vältimaks soojuse ülekandumist külmaveetorustikule

Sadeveetorustik

Hoonesisene sadeveetorustik võib vajada isolatsiooni nii kondentsi tekke vältimiseks kui ka vee voolamisest tekkiva müra summutamiseks.

Välise sadeveetoru korral völditakse külmumist tavaliselt küttekaabliga.

Kas isolatsiooni ikka on vaja?

See on esimene küsimus mis tuleb lahendada sest:

- Isolatsioon maksab raha, nii materjal, kui paigaldus
- Käidavas kohas vajab isolatsioon ka kaitset, isolatsiooni kate maksab tihti veel rohkem, kui isolatsioon ise

Isolatsiooni on vaja kui:

- Torustiku-vent kanali (vm.) pinna temperatuurid erinevad oluliselt ümbritseva õhu omast
- Õhk-vedelik peab jõudma teise hoone osasse teatud temperatuuriga, oluliselt jahtumata või soojenemata ruumiõhu arvelt
- Kuum pind võib inimest kõrvetada
- On vaja vältida ümbritseva ruumi ülekuumenemist või alajahtumist

Isolatsiooni on vaja kui:

- Torustik võib levitada müra
- Torustiku/seadme pind võib koguda kondentsi või suisa jääd enda pinnale
- Kui soovitakse parandada süsteemi osa väljanägemist teatud ruumides
- Tulekaitseeeskirjad seda nõuavad
- ….

Isolatsiooni ei ole vaja

… kui eeltoodud asjaolud ei esine, või ei ole olulised

Isoleerida võib olla vaja ka osaliselt

- Ventiili/flantsi isoleerimine on kallim, kui lihtsalt toru oma ja kui ruumis on üks pisike ventiil, keegi selles ruumis peale torujüri ei käi ja temp. torus on alla 70 °C, siis pole mõtet sellele raha raisata
- Kui paljast pinda on palju (nt. palju ventiile soojasõlmes) põhjustab see ruumi ja selle kohal oleva ruumi ülekuumenemise.

Katmine

- Soojasõlmes tasub pea alati kõik korralikult isoleerida ja ka katta, seal „inimesed töötavad“ ja katmata isolatsiooni purunemine on vaid aja küsimus
- Katta tasub isolatsioon ka kõigis käidavates kohtades (kus inimestel on isolatsioonile vaba ligipääs) maapinnast vähem, kui 2,5m kõrgusel asuv isolatsioon…samal põhjusel

Lõpetuseks

- Isolatsioon on 100% garanteeritud investeering
- Isolatsioon on alati oma hinda väärt
- Isolatsioonist on kasu vaid siis, kui ta on isoleeritava pinnaga kontaktis
- Isolatsioon teenib omanikule raha kogu aeg, kui süsteem töötab.

- Parem õhuke kiht hästi tehtud isolatsiooni, kui paks aga katkendlik
- Isolatsioon on oluline, temasse tasub suhtuda tõsiselt
- Isolatsiooni on alati vaja, kui kaks erineva temperatuuriga keskkonda/eset on kõrvuti
- Kui nende temperatuur on võrdne, pole isolatsiooni vaja

Eesti Vabariigi Isolatsioonistandardid

- EVS 860 “Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Torustikud, mahutid ja seadmed. Soojusisolatsiooni teostus.”
  - *terminid*
  - *kuidas isolatsioon peab olema tehtud*

- EVS 860-1 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsioonimaterjalid ja –elemendid“.

Isoleerimisel kasutatavaid materjalid

EVS 860-2 “Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 2: Torustikud, mahutid ja seadmed. Järelevalve ja mõõtmine”.

kuidas teostada järelevalvet ja kontrollmõõtmisi torustike, mahutite ja seadmete soojusisolatsioonitööde kvaliteedile, nii tööde ajal kui ka tööde vastuvõtmisel.

EVS 860-3 “Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 3: Katelde, gaasikäikude ja elektrifiltrite isolatsioon. Soojusisolatsiooni teostus”.

Standard käsitleb katelde, gaasikäikude, torude ja elektrifiltrite isolatsiooni paigaldamisele ja projekteerimisele esitatavaid nõudeid.

EVS 860-4 “Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 4: Torustikud, mahutid ja seadmed. Mõõteseadmete soojusisolatsioon”.

Standard kirjeldab torustikele, mahutitele ja seadmetele paigaldatud mõõtevahendite soojusisoleerimise erinõudeid.

EVS 860-5 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustikud, mahutid ja seadmed. Dimensioneerimine“.

Standard käsitleb tehniliste paigaldiste isolatsiooni sobiva paksuse valiku meetodeid.

EVS 860-6 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 6: Torustikud, mahutid ja seadmed. Külmaisolatsioon“.

Standard käsitleb tehniliste paigaldiste külmaisolatsiooni teostamist.

EVS 860-7 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 7: Torustikud, mahutid ja seadmed. Katete ja tugikonstruktsioonide materjalid“.

Standard käsitleb isolatsioonitöödel enimkasutatud katete ja tugikonstruktsioonide materjale, nende tähistusi ja tehnilisi omadusi

Kokkuvõtteks

Kuigi „isoleerimine pole raketiteadus“ ja tundub, et igaüks saaks sellega hakkama, on spetsialisti tehtud isolatsioon kordades säästlikum ja üks asi on kindel:

IGA ISOLATSIOONI INVESTEERITUD € TULEB MITMEKORDSELT TAGASI ENERGIASÄÄSTU KAUDU!

see on palju kindlam investeering, kui mistahes aktsia… ja vähendab süsinikujalajälge

Aivo Andrekson

EIEL juhatuse esimees

5041951

eiel@eiel.ee