

BEKOMAT

BETONINLÄMMITYSMUUNTAJA

 **KEMPPI**

1. BEKOMAT-betoninlämmitysjärjestelmä

Erilaisten käytössä olevien lämmitysmenetelmien tarkoituksena on sekä sallia betonointi talvella että nopeuttaa betonin kovettumista. Tällä tavoin taataan taloudellinen, keskeytymätön toiminta.

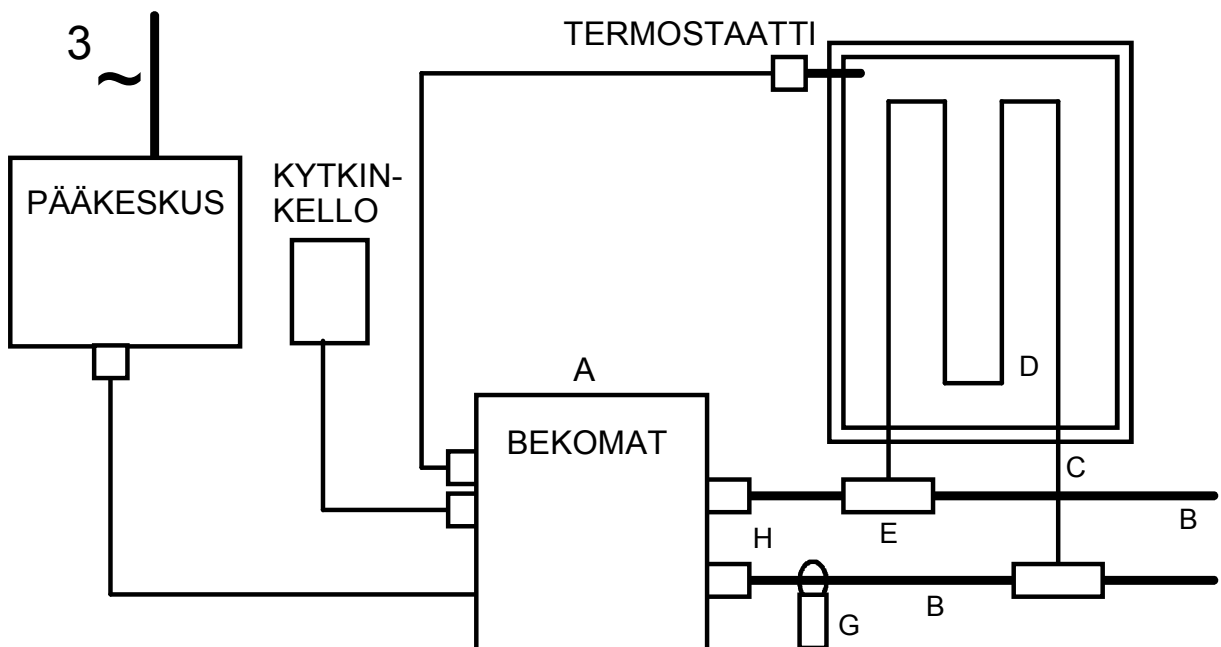
Eri puolilla Eurooppaa on jo vuodesta 1910 lähtien kokeiltu erilaisia betonin sähkölämmitysmenetelmiä, mutta johtuen erinäisistä haittatekijöistä ja jopa menetelmien vaarallisuudesta ne eivät saavuttaneet sanottavaa menestystä. BEKOMAT-lankalämmitysjärjestelmässä ei ole näitä aikaisemmissa menetelmissä esiintyneitä haittapuolia.

BEKOMAT-järjestelmän eduista mainittakoon:

- sähköenergian siirtäminen on vaivatonta ja tapahtuu vähäisin häviöin
- energian muuttuminen lämmöksi tapahtuu itse kohteessa
- lämpöhäviöt muodostuvat tehokkaan eristystekniikan ansiosta entistäkin pienemmiksi
- laudoitus ei ole haitaksi vaan hyödyksi, koska se estää lämmön siirtymisen lämmitetystä betonista ilmaan
- lämpöä voidaan helposti säätää sähkötehoa säätämällä
- mahdollisuus käyttää halpaa yösähköä
- lämmityslangat toimivat pienjännitteellä max. 42V, joka on vaaraton
- puhtaus, ei savua eikä ylimääräistä kosteutta
- lämpö jakautuu tasaisesti koko rakenteessa

Näiden edellä mainittujen etujen ansiosta on lankalämmityksen suosio jatkuvasti kasvanut ja lämmitysjärjestelmän käyttö yleistynyt.

Kuva 1. BEKOMAT-järjestelmä.



2. BEKOMAT-järjestelmään kuuluvat laitteet

A. Lämmitysmuuntajat

Kaikissa malleissa on 5-asentoinen tehonsäätökytkin, 10 m verkkoliitännäiskaapeli ja 80 A voimapistoke sekä 12 kpl DIX-pikaliittimiä ulostuloliittiminä. Bekomat 55 :ssa on ohjauskytkinkäyttöinen kelakytkekin sekä Amphenol-liitin koneen käynnistämiseksi. Koneissa on myös nostosilmukat.

B. Runkokaapelit

BEKOMAT 70 VUK valmistetaan standardipituusiksi yksiköiksi (5 m, 10 m, 20 m), joihin on tehtaalla kiinnitetty sähkö tarkastuslaitoksen hyväksymät DIX-liittimet.

Se on kulutusta kestävä, ohutsäikeinen, taipuisa, kumipäällysteinen kuparikaapeli, joka täyttää sähkö tarkastuslaitoksen vaatimukset betonin sähkölämmityksessä käytettävästä kaapelista. Runkokaapelit siirtävät tehon muuntajalta kytkentälangoille.

C. Kytkentälangat

BEKOMAT-10 MK, muovipäällysteinen kuparikaapeli, jolla sähköteho johdetaan runkokaapeleista valuun ja johon lämmityslanka kytketään.

D. Lämmityslangat

FEML-2, muovipäällysteinen, kalibroitu teräslanka, halkaisija 2 mm. Käytetään vastuslankana lämmityksessä.

E. Pihti-A-mittari

Tämä kuuluu olennaisesti mukaan BEKOMAT-järjestelmää käytettäessä, koska sen avulla voidaan tarkistaa kytkentälangoissa ja runkokaapeleissa kulkeva virta. Toisin sanoen voidaan todeta, onko lämmitys toiminnassa ja etteivät virrat ylitä sallittuja arvoja. Kytkentälangat max. 50 A ja runkokaapelit max. 295 A.

3. Mitoitus

Betonin kovettuminen on lämpötilasta riippuva prosessi. Tarvittava lämpö saadaan betonissa syntyvästä sitomislämmöstä ja lämmöksi muuttuvasta sähköenergiasta. Betonista poistuu lämpöä rajoittavien pintojen kautta ja tämä lämpö on korvattava sähköenergialla. Jos betonin lämpötilaa on lisäksi nostettava määrättyssä ajassa määrättyyn lämpötilaan, saattaa tämäkin vaatia enemmän lämpötehoa kuin mitä sitomislämmöstä tulee. Tällöin on lisäteho tuotava sähkötehoon betoniin.

Tarvittava lämmitysteho voidaan määrätä käyttämällä kuvan 2 tehonmäärittämismuogrammia. Tällä BEKOMAT-lämmitysmuuntajan mukana toimitettavalla muogrammilla päästään normaalitapauksissa riittävän tarkkaan tulokseen. Tässä muogrammissa oletetaan betonissa syntyvä sitomislämpö aina vakioksi, siinä ei tarkasti huomioida muottien lämmönläpäisyalueita, muottien jäähtyvien pintojen alaa ja betonin tilavuutta erikseen, vaan esimerkkitapauksina. Muogrammin käyttäminen on kuitenkin helppoa ja nopeaa.

Kun tarvittava sähköteho on määrätty, saadaan tarvittava lämpölankamäärä jakamalla kokonaisteho käytettävänä metriteholla: $L = 1000 * P / mP$.

Käytettävä lankateho mP riippuu langan asennuspaikasta ja tarvittavasta tehosta. Käytännössä on seuraava metritehojako:

- lämmityslanka betonin sisällä, metriteho 100 W/m
- lämmityslanka elementtisaumassa, metriteho 50 W/m
- lämmityslanka lämpöeristetyssä muotissa, metriteho 20 W/m

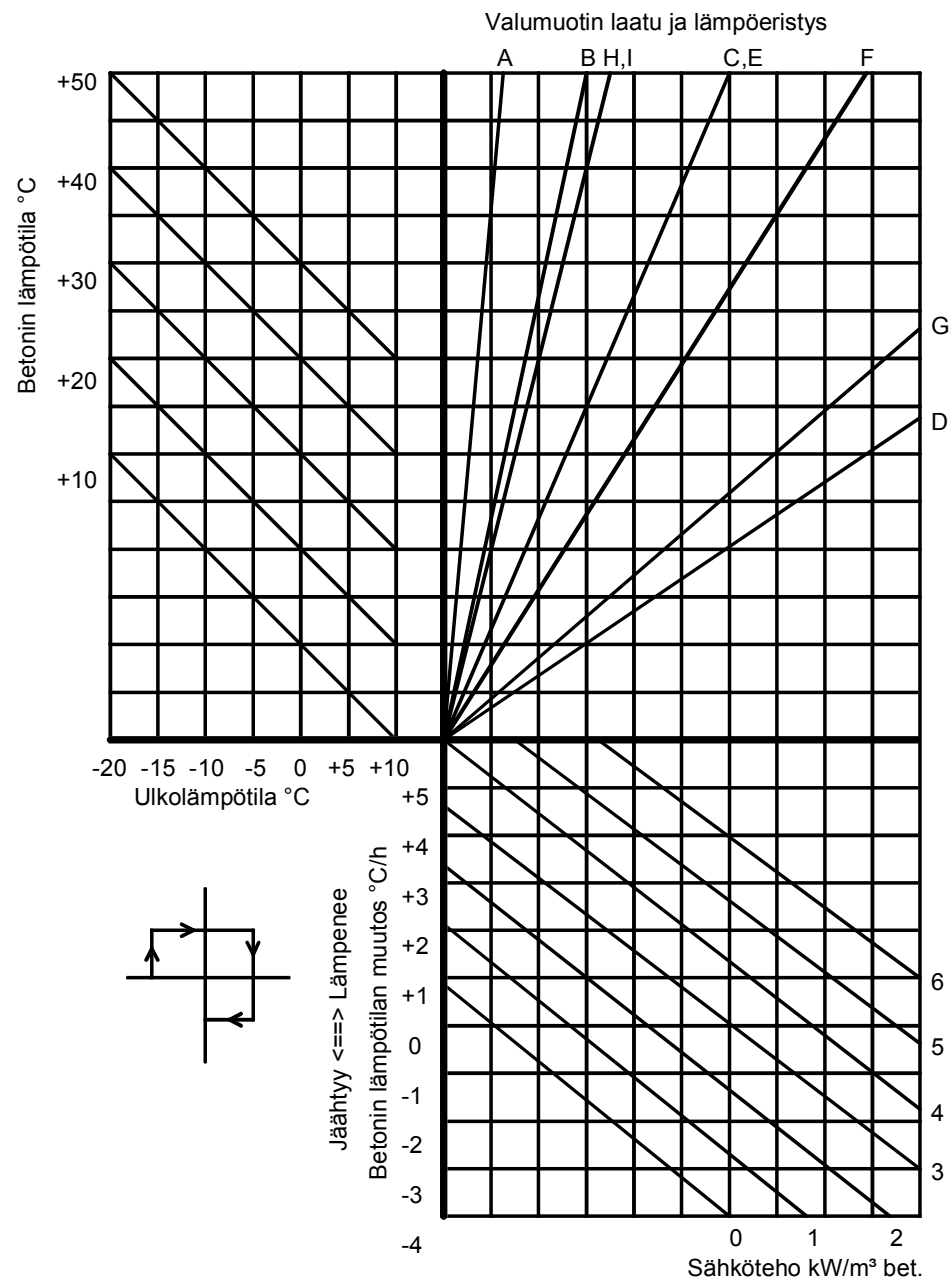
Seuraavassa taulukossa on esitetty lämmityslankasilmukoiden pituudet metreinä eri jännitteitä ja lankatehoja käytettäessä. Taulukossa on annettu myös vastaava virranvoimakkuus.

Silmukan pituuksia määriteltäessä on yleensä syytä ottaa tehonsäätökytkimen asentoa 3 vastaavat pituudet, koska silloin on mahdollisuus nostaa tai laskea tehoa lämpötilan muuttuessa.

Taulukko 1. Lämmityslankapituudet, jännitteet ja tehot

Säätö- kytkimen asento	Jännite V	Lankateho W/m						
		40	50	60	70	80	90	100
		Virta A						
		27	30	32	34	36	37	39
		Lankasilmukan pituus m						
Y1	16	11	10	9	8	7	6.5	6
Y2	18	12	11	10	9	8	7	7
Y3	20	14	12	11	10	9	8	8
Y4	22	15	13	12	11	10	9	8.5
Y5	24	16	14	13	12	11	10	9
D1	28	19	17	15	14	13	12	11
D2	31	21	19	17	15	14	13	12
D3	35	24	21	19	17	16	15	13.5
D4	38	26	23	21	19	17	16	15
D5	42	29	25	23	21	19	17	16

Kuva 2. Tehonmäärittämismuogrammi.



Valumuotti	Lämpöeristys	
A	Suurmuottiseinä	Erittäin hyvä
B	Suurmuottiseinä	Tyydyttävä
C	Suurmuottiseinä	Vanerimuotti, ei eristystä
D	Suurmuottiseinä	Teräsmuotti, ei eristystä
E	Holvi	Mineraali-muovi-matto
F	Holvi	Olkimatto
G	Holvi	Muovikelmu
H	Pilari	Lautamuotti
I	Sokkeli	Lautamuotti, päällä matto

4. Asennus

Lämmityslankojen asennusta seiniin tai holviin esittää kuva 3. Lankojen väli valussa on yleensä n. 20 - 30 cm. Rakenteiden kylmissä rajakohdissa käytetään lisälankaa. Langat sidotaan teräksiin tai kiinnitetään muotteihin (esim. naulalla) niin, että ne pysyvät paikoillaan betonoinnin ajan. Langat eivät saa tulla ulos betonista eivätkä kosketa puita muottilevyjä. Esim. naulat on lyötävä alaviistoon, jotta lanka liukuu kantaan eikä seinään päin. Sitomiseen ei saa käyttää rautalankaa, vaan pehmeämpää sidosta tai lämmityslangan pätkiä. Yleensä on pyrittävä asentamaan vähintään 2 lankaa rinnan, tällöin toisen rikkoutuessa osa lämmöstä säilyy.

Pilareihin voidaan langat asentaa kuvan 4 osoittamalla tavalla. Mieluimmin käytetään vasemmanpuoleista asennustapaa, koska ulkokulmat ovat kylmiä ja niissä pitäisi olla langat. Langat voidaan kiinnittää raudoitukseen ennen sen asentamista muottiin.

Saumat langoitetaan kuvan 5 osoittamalla tavalla. Lankojen väliksi otetaan n. 8 - 10 cm ja langan metritehoksi n. 50 W/m. Nomogrammeja ei käytetä tehon mitoittamiseksi vaan keskimääräiseksi lämmitystehoksi otetaan saumajuoksumetriä kohti n. 200 W T-saumassa ja 100 W päittäissaumassa.

Kun lämmityslangat on asennettu, liitetään niihin kytkentälangat ja liitokset eristetään. Kytkentälangat viedään runkojohtojen haaroitusliittimille ja kukin lämmityslanka liitetään joko kahden vaiheen tai vaiheen ja nollan välille, riippuen kytkennästä. Eri kytkentävaihtoehdot on esitetty kuvassa 6.

Langat on syytä jakaa eri vaiheille tasaisesti, jotta kuormitus olisi tasainen. Edellä annetun taulukon perusteella on laskettava, ettei virta kaapelia kohden ylitä sallittua arvoa (BEKOMAT-40, max. 275 A ja BEKOMAT-55/55 P, max 375 A).

Jotta kytkentälankojen liittäminen oikeisiin runkokaapeleihin kävisi helpommin, voidaan ne merkitä esim. vaiheväreillä.

Kun kytkentälangat ovat kiinni haaroitusliittimissä katsotaan BEKOMAT-lämmitysmuuntajalle sopiva sijoituspaikka. Alustan tulee olla tasainen ja kuiva tuuletuksen vuoksi. Paikka ei saa olla liian kaukana lämmityskohteesta, koska runkokaapelit on syytä jättää mahdollisimman lyhyiksi niissä syntyvän jännitehäviön takia. Mikäli runkokaapelit ovat liian pitkät, ei niitä saa kietoa rullalle, koska tällöin on ylikuumenemisen vaara ilmeinen.

5. Käyttö

Kun betonin valu on loppuun suoritettu, voidaan lämmitysteho kytkeä lankoihin.

- Ensinnäkin tarkistetaan, että muuntajan kytkimet ovat 0-asennossa.
- Muuntaja liitetään verkkoon 80 A:n voimapistokkeella.
- Tarkistetaan, että runkokaapelit ovat kunnolla kiinni lämmitysmuuntajan DIX-liittimissä.
- Tehonsäätökytkin asetetaan vastuslankojen pituutta vastaavaksi.
- Käännetään muuntajan kytkimet asentoon I.

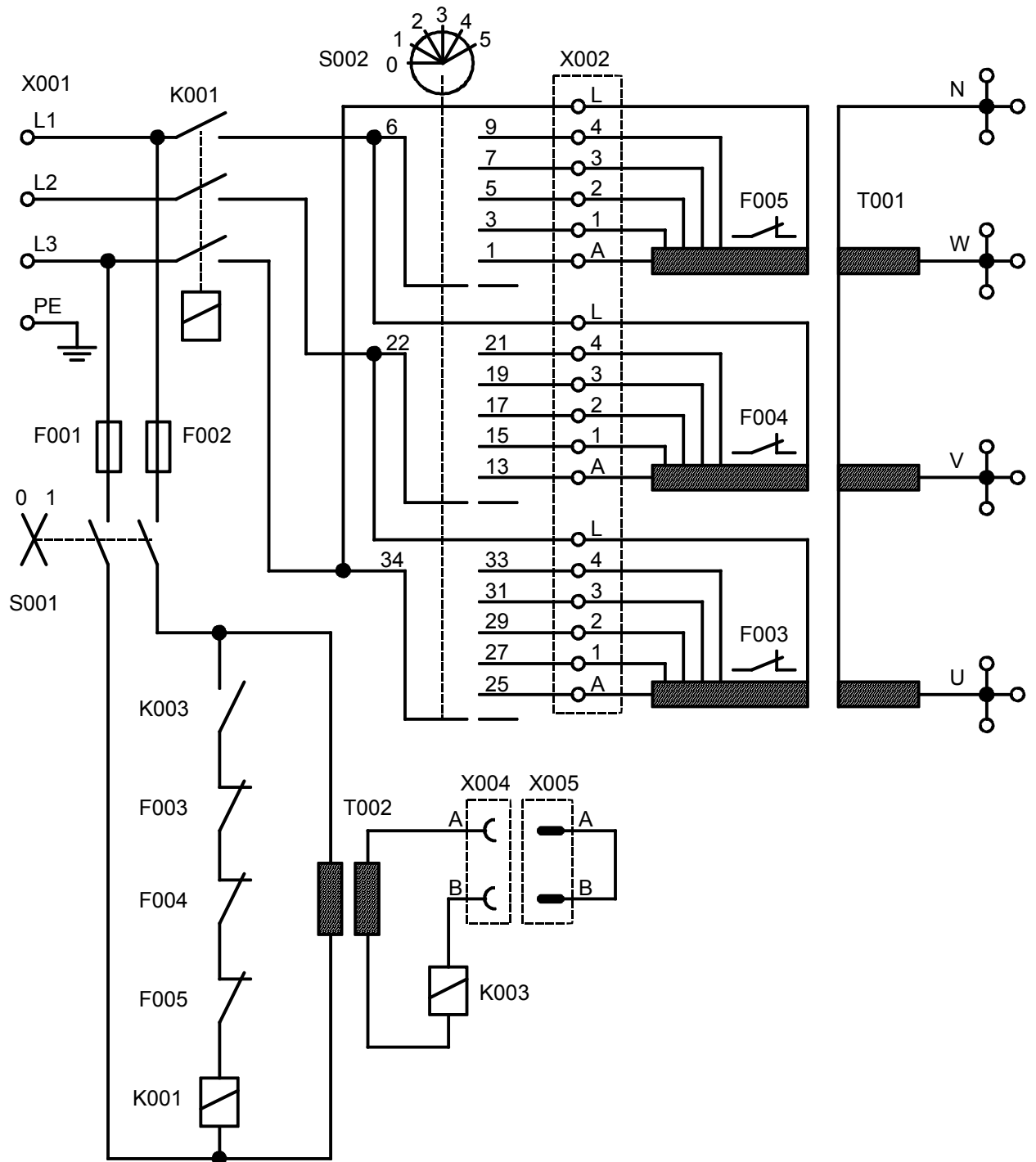
Lämmitystehoa voidaan nostaa valitsemalla seuraava suurempi tehonsäätökytkimen asento. Lämmitys lopetetaan kääntämällä muuntajan kytkimet 0-asentoon.

LÄMMITYSTEHOKYTKINTÄ EI SAA KÄÄNTÄÄ MUUNTAJAN PÄÄLLÄ OLLESSA.

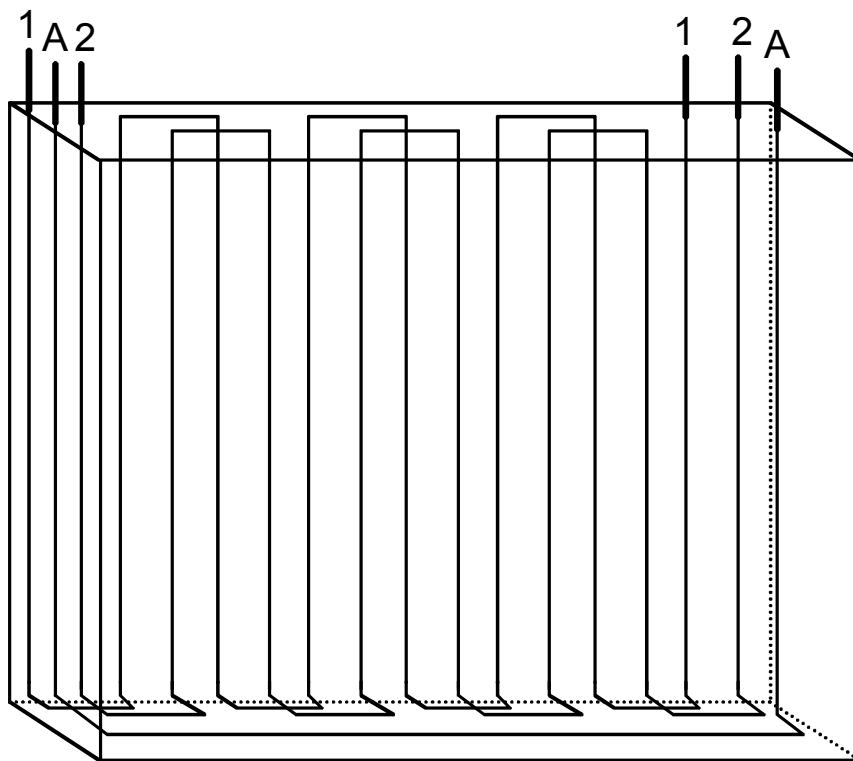
6. Huolto

BEKOMAT-lämmitysmuuntaja on syytä puhdistaa ja ruuviliitokset kiristää joka lämmityskauden jälkeen. Joka 2. tai 3. vuosi olisi laite syytä lähettää tehtaalle perusteelliseen huoltoon, jotta häiriötön toiminta olisi taattu. Runkokaapelien DIX-liitokset on syytä puhdistaa ja tarkistaa joka kerta kun niitä uudelleen liitetään, koska likaisuus liittimessä aiheuttaa sen kuumenemisen ja rikkoutumisen. Mikäli liittimet ovat kuluneet, on ne syytä vaihtaa uusiin, jotta lämmitettäessä välttyttäisiin keskeytyksiltä.

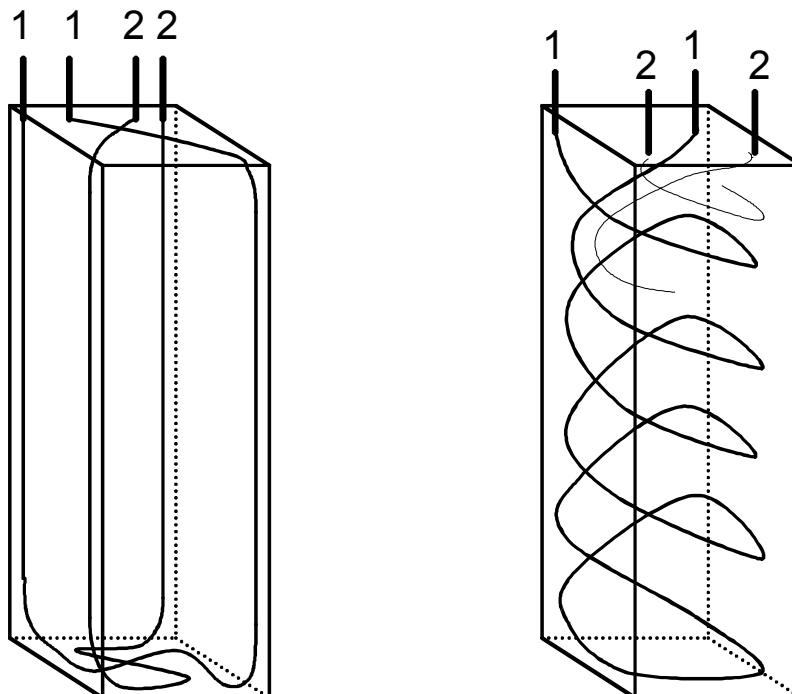
BEKOMAT 55 piirikaavio



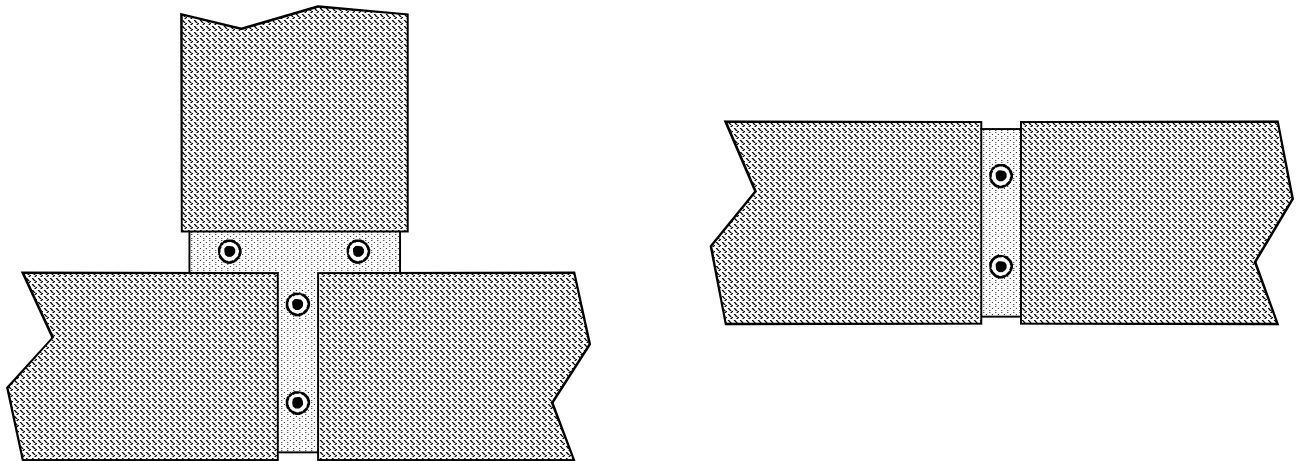
Kuva 3. Lankojen asennus seinään.



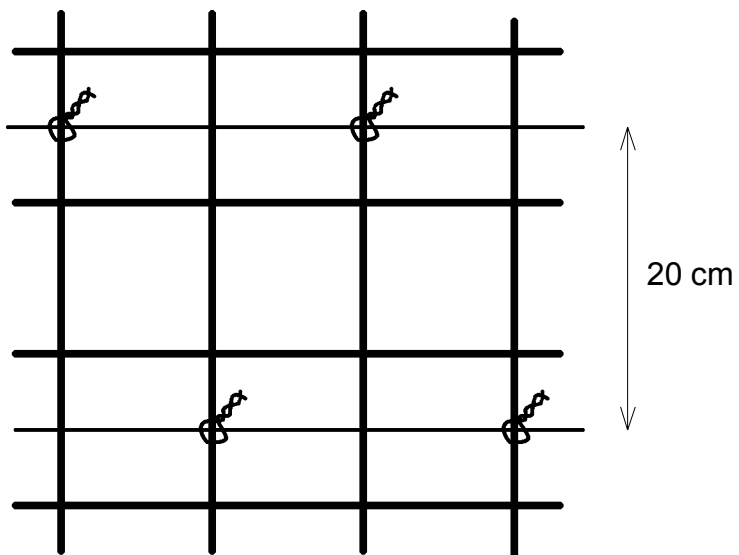
Kuva 4. Lankojen asennus pilariin.



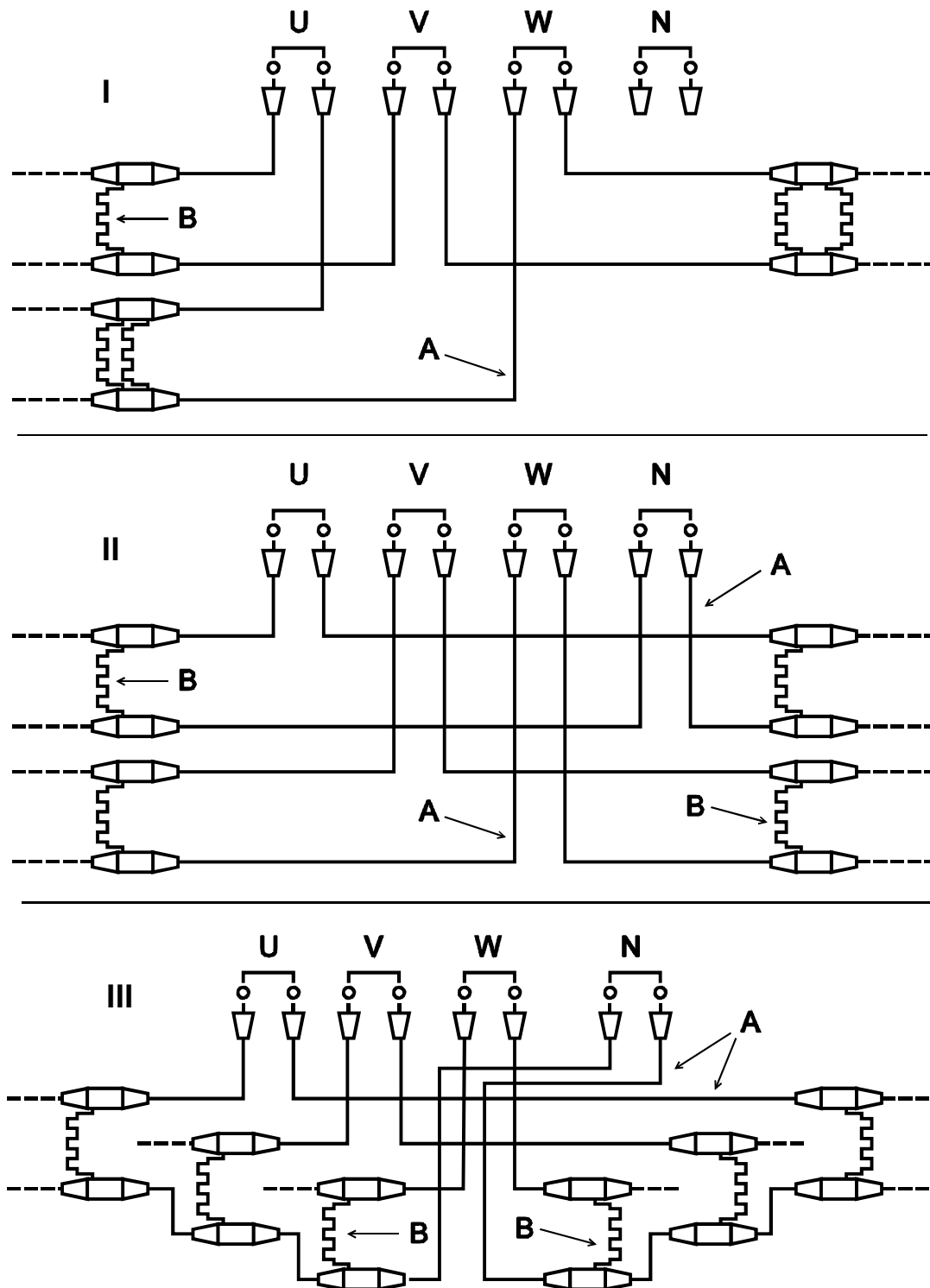
Kuva 5. Lankojen asennus saumoihin.



Kuva 6. Lankojen kiinnitys betonirautoihin.



Kuva 6. Kytentävaihtoehdot. A = runkokaapeli, B = lämmityslanka
 I = lämmityslangat kahden vaiheen välillä
 II = lämmityslangat kahden vaiheen sekä vaiheen ja nollan välillä
 III = lämmityslangat vaiheen ja nollan välillä



7. BEKOMAT 55 K tekniset tiedot

Nimellisteho	55	kVA
Nimellisvirta	3x750	A
Lämmitettävä betonimäärä	18...28	m ³
Lämmityslangan pituus	440	m
Toisioliittimet 295 A	12	kpl
Verkkosulakkeet	80	A
Liitäntäkaapeli	5x16	mm ²
Voimapistoke	80	A
Liitäntäjännite	380	V
Korkeus	840	mm
Leveys	760	mm
Pituus	800	mm
Paino	470	kg

8. Yhteystiedot

KEMPOWER OY
PL 13
15801 LAHTI
puh. 03-899 11
fax. 03-899 417