



## **KUULAPÄÄANKKURINOSTOJÄRJESTELMÄ**

### **TEKNINEN OHJE**

EXM-SHLA-DC-1001

R3 - 12.01.2022

### **Kuulapääankkurinostojärjestelmä**

Kuulapääankkurinostojärjestelmä on yleiskäyttöinen, laadukas ja kustannustehokas nostojärjestelmä kaikenlaisien betonielementtien nostamiseen. Se soveltuu erityisen hyvin raskaiden elementtien kanssa käytettäväksi.

Kuulapääankkurinostojärjestelmän tärkeimmät edut ja ominaisuudet ovat seuraavat:

- Laaja tarvikevalikoima kaikenkokoisille ja -muotoisille elementeille
- Nopea ankkureiden ja nostolukkojen kytkentä ja vapautus
- Valmistettu karkaistusta pyöröteräksestä, mikä takaa luotettavan toiminnan myös vaikeimmissa olosuhteissa
- Sallitut kuormat 13–320 kN
- Soveltuvat paremmin palkki- ja seinäelementeille

## **SISÄLLYSLUETTELO**

- 1. Yleistä**
- 2. Tuote**
  - 2.1. Mitat**
  - 2.2. Materiaali**
  - 2.3. Merkinnät**
- 3. Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)**
  - 3.1. Seinäelementit**
  - 3.2. Laattaelementit**
- 4. Elementin vähimmäispaksuus ja ankkureiden etäisyydet**
  - 4.1. Seinäelementit**
  - 4.2. Laattaelementit**
- 5. Raudoitus**
- 6. Nostoankkuriin kohdistuvat kuormat**
  - 6.1. Yleistä**
  - 6.2. Staattinen järjestelmä**
  - 6.3. Omapaino**
  - 6.4. Adheesio ja kitka**
  - 6.5. Dynaamiset vaikutukset**
  - 6.6. Kuorman jakautuminen epäsymmetrisillä elementeillä**
  - 6.7. Haarakulma**
  - 6.8. Nostoankkureiden lukumäärä ja kuormitus**

## 1. Yleistä

Seinä-, laatta- ja palkkielementeille sopivat ESB- ja ESBB-nostoankkurit on valmistettu taotusta pyöröteräksestä, ja niiden päät on tyssätyt. Ankkurivalikoima kattaa kapasiteetit 13–320 kN. Nostokulma voi olla enintään 45° tai 90° noston suunnasta riippuen, ja kuormitus siirtyy betoniin ankkurin jalkaosan kautta. Vinoissa nostoissa vaakasuuntaiset voimat siirtyvät nostolukon ja betonipinnan välisen kosketuspinnan kautta.



**Kuva 1. Kuulapääankkurinostojärjestelmä**

Pitempiä ankureita käytetään, kun halutaan pienempi reunaetäisyys tai jos betonin lujuus on alhainen. Kuulapääankkurit soveltuvat parhaiten käytettäväksi seinä- ja palkkielementeissä sekä muissa vastaavissa elementeissä, ja ne soveltuvat enintään 90°:n nostokulmille (kääntö).

Reiällisessä ESE-nostoankkurissa ankkurin koko kuormitus siirtyy betoniin raudoituksen kautta. Lisäraudoitus on asennettava huolellisesti reikään niin, että se on suorassa kosketuksessa ankkuriin. Reiällinen nostoankkuri soveltuu hyvin erityisen ohuiden seinäelementtien nostojärjestelmäksi.

Kuulapääankkureiden nostolukoilla voidaan nostaa hyvinkin erityyppisiä elementtejä, kuten seinä-, palkki- ja pilarielementtejä.



**Kuva 2. Kuulapääankkurinostojärjestelmän nostoapuvälineet**



**Kuva 3. Kuulapääankkurinostojärjestelmän tarvikkeet**

### Turvallisuus

Kuulapääankkurinostojärjestelmän turvallisuus on testattu korkeiden varmuuskertoimien mukaan. Kokonaisvarmuuskerroin betonin murtumista vastaan on 2,5 betonin ominaislujuuden suhteen (5 % fraktiili). Kerroin on pienempi kuin teräksellä, koska käyttökerrat eivät yleensä vaikuta betoniin.

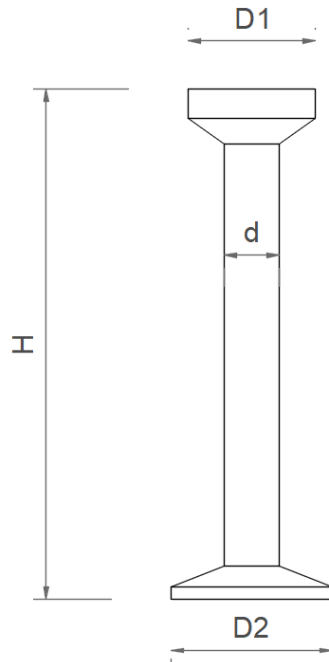
### Värikoodijärjestelmä

Värikoodijärjestelmän avulla on helppo löytää haluttu kierrekoko.

**Taulukko 1. Kuulapääankkurinostojärjestelmän värikoodit**

Kuormaluokka	Väri
1,3	Haaleanvihreä
2,5	Vaalea koralli
4,0	Vaalean sininen
5,0	Luumunpunainen
7,5	Khaki
10,0	Oranssi
15,0	Antiikkiteräs

20,0	Puunruskea
32,0	Teräksensininen

**2. Tuotteen tekniset tiedot**
**2.1. Mitat**
**Nostoankkuri ESB – mitat**
**Kuva 4. Nostoankkuri ESB**

**Taulukko 2. Nostoankkuri ESB – mitat**

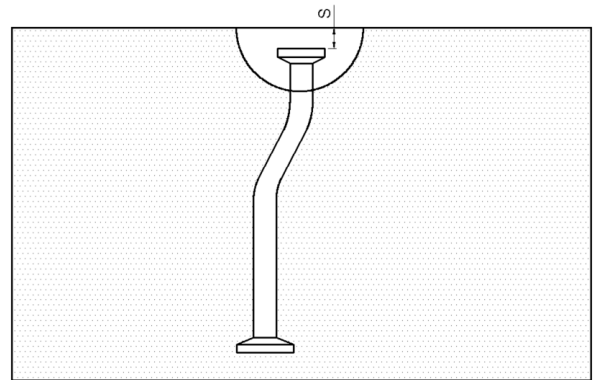
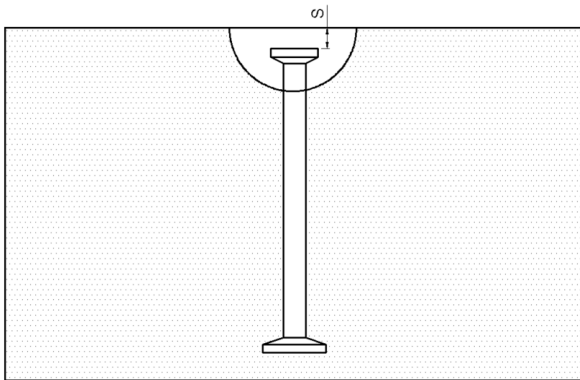
Kuorma luokka	Koko	H [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	d [mm]
1,3 t	1.3-40	40	18	25	10
	1.3-50	50	18	25	10
	1.3-65	65	18	25	10
	1.3-85	85	18	25	10
	1.3-120	120	18	25	10
	1.3-240	240	18	25	10
2,5 t	2.5-55	55	25	35	14
	2.5-65	65	25	35	14
	2.5-85	85	25	35	14
	2.5-120	120	25	35	14
	2.5-170	170	25	35	14
	2.5-280	280	25	35	14
4,0 t	4.0-75	75	36	45	18
	4.0-100	100	36	45	18
	4.0-120	120	36	45	18
	4.0-170	170	36	45	18
	4.0-210	210	36	45	18



Kuorma luokka	Koko	H [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	d [mm]
	4.0-340	340	36	45	18
5,0 t	5.0-85	85	36	50	20
	5.0-95	95	36	50	20
	5.0-120	120	36	50	20
	5.0-180	180	36	50	20
	5.0-240	240	36	50	20
	5.0-340	340	36	50	20
	5.0-480	480	36	50	20
7,5 t	7.5-100	100	46	60	24
	7.5-120	120	46	60	24
	7.5-140	140	46	60	24
	7.5-165	165	46	60	24
	7.5-200	200	46	60	24
	7.5-300	300	46	60	24
	7.5-540	540	46	60	24
10,0 t	10.0-115	115	46	70	28
	10.0-135	135	46	70	28
	10.0-150	150	46	70	28
	10.0-170	170	46	70	28
	10.0-250	250	46	70	28
10,0 t	10.0-340	340	46	70	28
	10.0-680	680	46	70	28
15,0 t	15.0-140	140	69	85	34
	15.0-165	165	69	85	34
	15.0-200	200	69	85	34
	15.0-300	300	69	85	34
	15.0-400	400	69	85	34
	15.0-840	840	69	85	34
20,0 t	20.0-200	200	69	98	38
	20.0-240	240	69	98	38
	20.0-250	250	69	98	38
	20.0-340	340	69	98	38
	20.0-500	500	69	98	38
	20.0-1000	1000	69	98	38
32,0 t	32.0-320	320	88	135	50
	32.0-700	700	88	135	50
	32.0-1200	1200	88	135	50



**Betonipeitteen vähimmäispaksuus**

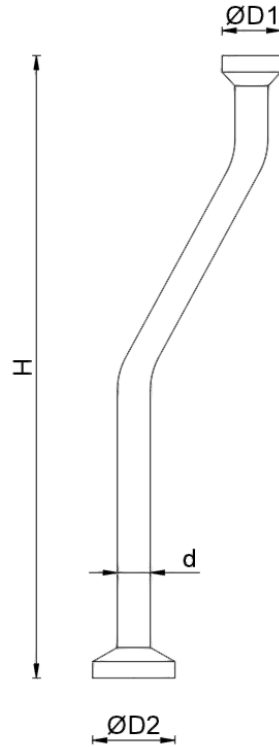


**Taulukko 3. Betonipeitteen vähimmäispaksuus ankkurin päästä seinäelementin päälle (asennussyvyys)**

Kuormaluokka	s [mm]
1,3	10
2,5	11
4,0–20,0	15
32,0	23

**Nostoankkuri ESBB – mitat**

**Kuva 5. Nostoankkuri ESBB**

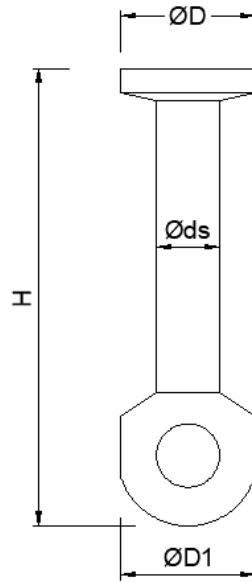


**Taulukko 4. Nostoankkuri ESBB – mitat**

Kuormaluokka	H [mm]	ØD1 [mm]	ØD2 [mm]	d [mm]
2,5 t	265	25	35	14
5,0 t	406	36	50	20
	466-1	36	50	20
	466-2	36	50	20
7,5 t	664	46	60	24
10,0 t	667	46	70	28

**Nostoankkuri ESE – mitat**

**Kuva 6. Nostoankkuri ESE**



**Taulukko 5. Nostoankkuri ESE – mitat**

<b>Kuormaluokka</b>	<b>H [mm]</b>	<b>ØD [mm]</b>	<b>ØD1 [mm]</b>	<b>Øds [mm]</b>
ESE - 1,3 t	65	18	22	10
ESE - 2,5 t	90	25	32	14
ESE - 5,0 t	120	36	43	20
ESE - 10,0 t	180	46	57	28
ESE - 20,0 t	250	69	83	38
ESE - 32,0 t	300	88	100	50

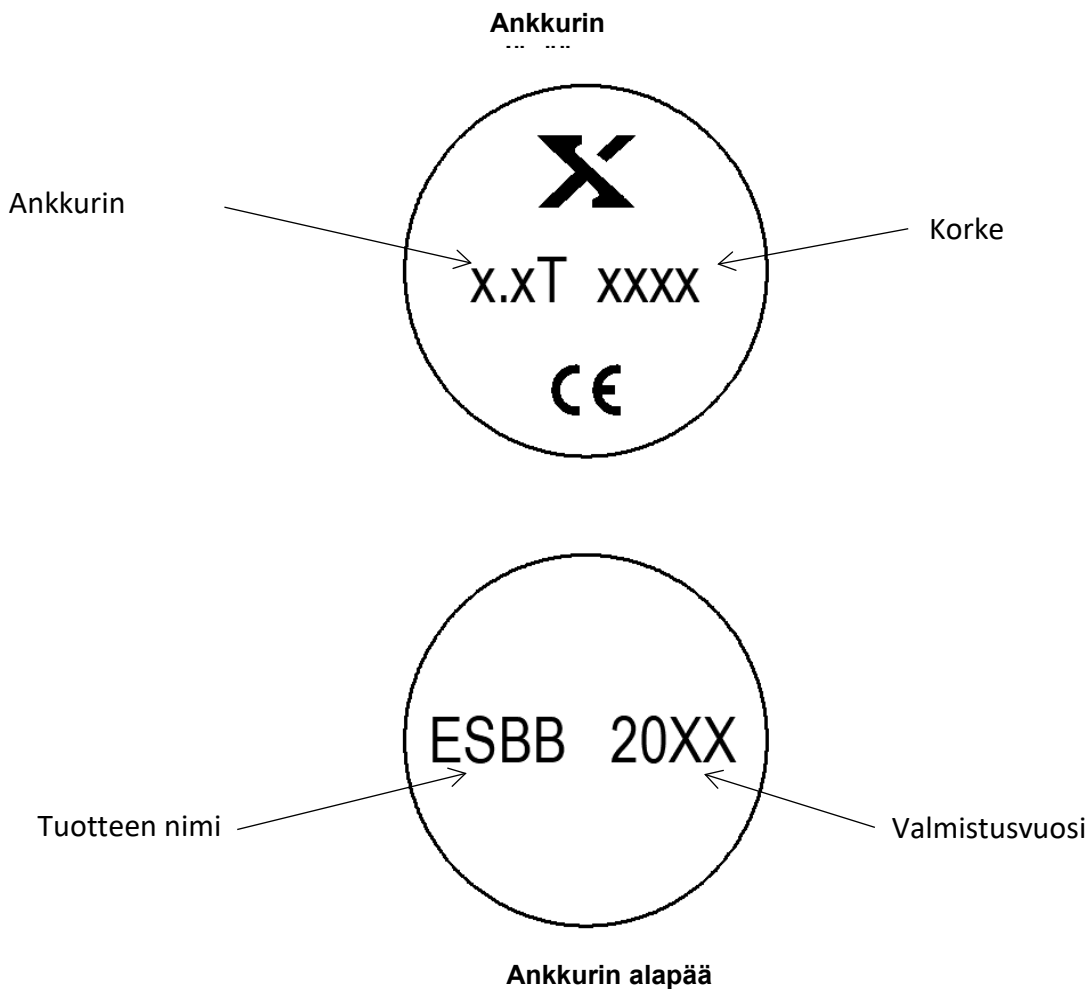
## 2.2. Merkinnät

Taulukko 6. Nostoankkureita on saatavana seuraavista materiaaleista valmistettuna.

Tuote	Materiaali	Materiaalin tyyppi	Standardi
ESB, ESBB, ESE	S355J2	Sähkösinkitty	EN 10025
ESBs, ESBBs, ESEs	1.4301	Ruostumaton teräs	EN 10088
ESBa, ESBBa, ESEa	1.4401	Haponkestävä teräs	EN 10088

## 2.3. Merkinnät

Tuotteisiimme on pääsääntöisesti merkitty kuormaluokka, korkeus, tuotteen nimi ja valmistusajankohta kuvassa 6 esitetyllä tavalla.



Kuva 7

### 3. Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)

Nostoankkurit on suunniteltu seuraavien standardien ja ohjeiden mukaisesti:

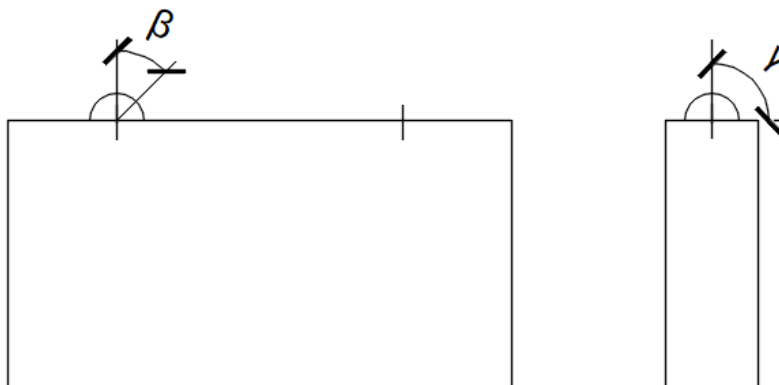
- VDI/BV-BS 6205
- Konedirektiivi 2006/42/EY
- EN 1992
- EN 1993

Varmuuskertoimet betonin ja teräksen murtumista vastaan ovat konedirektiivin mukaisesti seuraavat (menetelmä A)

Teräksen murtuminen (umpiteräsosat)  $\gamma = 3,0$   
 Betonin murtuminen  $\gamma = 2,1$

Varmuuskerroin 2,1 edellyttää, että elementit valmistetaan asianmukaisissa tehdasolosuhteissa. Jos on käytettävä varmuuskerrointa 2,5, on mitoituskestävyyden (sallitun kuorman) arvot kerrottava kertoimella 0,84.

#### 3.1. Seinäelementit



Kuva 8

Taulukko 7. Nostoankkuri ESB – sallittu kuorma seinäelementeissä

Kuormaluokka	Nostoankkuri	Seinäelementin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)							
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$				$\gamma = 0^\circ - 90^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35	C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
1,3 t	1.3-85	60	10,33	11,94	13,00	13,00	5,16	5,97	6,50	6,50
		80	10,93	13,00	13,00	13,00	5,47	6,50	6,50	6,50
		100	11,54	13,00	13,00	13,00	5,77	6,50	6,50	6,50
	1.3-120	60	10,18	11,94	13,00	13,00	5,09	5,97	6,50	6,50
		80	10,64	13,00	13,00	13,00	5,32	6,50	6,50	6,50
		100	11,10	13,00	13,00	13,00	5,55	6,50	6,50	6,50
	1.3-240	60	9,52	11,94	13,00	13,00	4,76	5,97	6,50	6,50
		80	9,75	13,00	13,00	13,00	4,88	6,50	6,50	6,50
		100	9,99	13,00	13,00	13,00	4,99	6,50	6,50	6,50
2,5 t	2.5-120	80	18,33	21,16	23,66	25,00	9,16	10,58	11,83	12,50
		100	19,12	22,08	24,68	25,00	9,56	11,04	12,34	12,50
		120	19,91	22,99	25,00	25,00	9,95	11,49	12,50	12,50
	2.5-170	80	19,43	22,44	25,00	25,00	9,72	11,22	12,50	12,50

Kuor maluo kka	Nostoank kuri	Seinälem entin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)									
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$				$\gamma = 0^\circ - 90^\circ$					
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35	C12/15	C16/20	C20/25	C28/35		
		100	20,76	25,00	25,00	25,00	10,38	12,50	12,50	12,50		
		120	21,41	25,00	25,00	25,00	10,71	12,50	12,50	12,50		
		2.5-280	80	19,10	22,44	25,00	25,00	9,55	11,22	12,50	12,50	
			100	19,51	25,00	25,00	25,00	9,75	12,50	12,50	12,50	
			120	19,91	25,00	25,00	25,00	9,96	12,50	12,50	12,50	
			4.0-170	120	31,37	36,22	40,00	40,00	15,69	18,11	20,00	20,00
4,0 t			140	32,31	37,31	40,00	40,00	16,16	18,66	20,00	20,00	
			160	33,26	38,40	40,00	40,00	16,63	19,20	20,00	20,00	
			4.0-210	120	34,66	40,00	40,00	40,00	17,33	20,00	20,00	20,00
			140	35,55	40,00	40,00	40,00	17,77	20,00	20,00	20,00	
			160	36,43	40,00	40,00	40,00	18,21	20,00	20,00	20,00	
			4.0-340	100	31,48	36,36	40,00	40,00	15,74	18,18	20,00	20,00
		5,0 t		120	32,71	40,00	40,00	40,00	16,35	20,00	20,00	20,00
				140	33,27	40,00	40,00	40,00	16,63	20,00	20,00	20,00
				5.0-240	160	45,46	50,00	50,00	50,00	22,73	25,00	25,00
			180	46,45	50,00	50,00	50,00	23,23	25,00	25,00	25,00	
			200	47,44	50,00	50,00	50,00	23,72	25,00	25,00	25,00	
			5.0-340	120	41,78	49,31	50,00	50,00	20,89	24,65	25,00	25,00
				140	42,49	50,00	50,00	50,00	21,25	25,00	25,00	25,00
				160	43,20	50,00	50,00	50,00	21,60	25,00	25,00	25,00
				5.0-480	100	35,58	41,09	45,94	50,00	17,79	20,54	22,97
7,5 t			120	40,57	49,31	50,00	50,00	20,28	24,65	25,00	25,00	
			140	41,08	50,00	50,00	50,00	20,54	25,00	25,00	25,00	
			7.5-200	160	39,97	46,16	51,60	61,06	19,99	23,08	25,80	30,53
			180	40,98	47,32	52,91	62,60	20,49	23,66	26,46	31,30	
			200	42,00	48,49	54,22	64,15	21,00	24,25	27,11	32,08	
			7.5-300	160	63,27	75,00	75,00	75,00	31,63	37,50	37,50	37,50
				180	64,43	75,00	75,00	75,00	32,21	37,50	37,50	37,50
				200	65,59	75,00	75,00	75,00	32,79	37,50	37,50	37,50
				7.5-540	140	58,56	69,00	75,00	75,00	29,28	34,50	37,50
10,0 t			160	59,21	75,00	75,00	75,00	29,61	37,50	37,50	37,50	
			180	59,87	75,00	75,00	75,00	29,93	37,50	37,50	37,50	
			10.0-170	200	34,67	40,03	44,75	52,95	17,33	20,01	22,38	26,48
			240	36,54	42,19	47,17	55,81	18,27	21,10	23,59	27,91	
			280	38,41	44,36	49,59	58,68	19,21	22,18	24,80	29,34	
			10.0-250	200	55,17	63,71	71,23	84,28	27,59	31,85	35,61	42,14
				240	57,43	66,31	74,14	87,72	28,71	33,16	37,07	43,86
				280	59,68	68,91	77,04	91,16	29,84	34,46	38,52	45,58
				10.0-340	200	81,65	94,28	100,00	100,00	40,83	47,14	50,00
		240	84,27	97,30	100,00	100,00	42,13	48,65	50,00	50,00		



Kuor maluo kka	Nostoank kuri	Seinäelem entin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)							
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$				$\gamma = 0^\circ - 90^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35	C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
		280	86,88	100,00	100,00	100,00	43,44	50,00	50,00	50,00
	10.0-680	160	81,40	94,00	100,00	100,00	40,70	47,00	50,00	50,00
		180	83,36	100,00	100,00	100,00	41,68	50,00	50,00	50,00
		200	84,10	100,00	100,00	100,00	42,05	50,00	50,00	50,00
15,0 t	15.0-300	300	75,16	86,78	97,03	114,80	37,58	43,39	48,51	57,40
		400	81,29	93,86	104,94	124,17	40,64	46,93	52,47	62,09
		500	87,42	100,95	112,86	133,54	43,71	50,47	56,43	66,77
	15.0-400	300	107,65	124,31	138,98	150,00	53,83	62,15	69,49	75,00
		400	114,71	132,46	148,09	150,00	57,36	66,23	74,05	75,00
		500	121,77	140,61	150,00	150,00	60,88	70,30	75,00	75,00
	15.0-840	200	96,98	127,22	142,23	150,00	48,49	63,61	71,12	75,00
		220	97,68	130,24	150,00	150,00	48,84	65,12	75,00	75,00
		240	98,39	131,19	150,00	150,00	49,19	65,59	75,00	75,00
20,0 t	20.0-340	400	93,72	108,22	121,00	143,17	46,86	54,11	60,50	71,58
		500	100,23	115,73	129,39	153,10	50,11	57,87	64,70	76,55
		600	106,73	123,24	137,79	163,04	53,37	61,62	68,90	81,52
	20.0-500	400	151,03	174,39	194,98	200,00	75,51	87,20	97,49	100,00
		500	158,89	183,47	200,00	200,00	79,44	91,73	100,00	100,00
		600	166,75	192,55	200,00	200,00	83,38	96,27	100,00	100,00
	20.0-1000	240	162,38	197,46	200,00	200,00	81,19	98,73	100,00	100,00
		260	163,37	200,00	200,00	200,00	81,69	100,00	100,00	100,00
		280	164,37	200,00	200,00	200,00	82,19	100,00	100,00	100,00
32,0 t	32.0-320	450	92,32	106,61	119,19	141,03	46,16	53,30	59,59	70,51
		550	98,70	113,96	127,42	150,76	49,35	56,98	63,71	75,38
		650	105,07	121,32	135,64	160,49	52,53	60,66	67,82	80,25
	32.0-700	450	241,38	278,72	311,62	320,00	120,69	139,36	155,81	160,00
		550	250,70	289,49	320,00	320,00	125,35	144,74	160,00	160,00
		650	260,03	300,25	320,00	320,00	130,01	150,13	160,00	160,00
32,0 t	32.0-1200	300	305,07	320,00	320,00	320,00	152,53	160,00	160,00	160,00
		350	320,00	320,00	320,00	320,00	160,00	160,00	160,00	160,00
		400	320,00	320,00	320,00	320,00	160,00	160,00	160,00	160,00

Yllä olevassa taulukossa esitettyjä kapasiteettiarvoja tarkasteltaessa on otettava huomioon tämän asiakirjan luvuissa 4 ja 5 esitetyt tiedot.

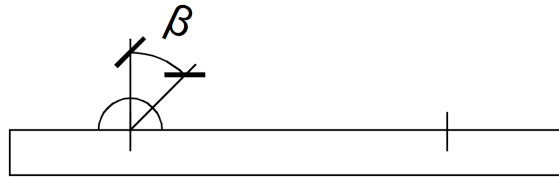
**Taulukko 8. Nostoankkuri ESBB – sallittu kuorma seinäelementeissä**

Kuor maluo kka	Nostoa nkkuri	Seinäelem entin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)							
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$				$\gamma = 0^\circ - 90^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35	C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
2,5 t	2.5-265	80	17,84	21,63	24,19	25,00	8,92	10,82	12,09	12,50

Kuor maluo kka	Nostoa nkkuri	Seinäelem entin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)							
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$				$\gamma = 0^\circ - 90^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35	C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
		100	17,84	21,63	24,19	25,00	8,92	10,82	12,09	12,50
		120	17,84	21,63	24,19	25,00	8,92	10,82	12,09	12,50
5,0 t	5.0-406	120	41,43	49,50	50,00	50,00	20,71	24,75	25,00	25,00
		140	41,43	49,50	50,00	50,00	20,71	24,75	25,00	25,00
		160	41,43	49,50	50,00	50,00	20,71	24,75	25,00	25,00
5,0 t	5.0-466-1	120	40,98	49,50	50,00	50,00	20,49	24,75	25,00	25,00
		140	40,98	49,50	50,00	50,00	20,49	24,75	25,00	25,00
		160	40,98	49,50	50,00	50,00	20,49	24,75	25,00	25,00
5,0 t	5.0-466-2	160	42,03	50,00	50,00	50,00	21,02	25,00	25,00	25,00
		180	42,03	50,00	50,00	50,00	21,02	25,00	25,00	25,00
		200	42,03	50,00	50,00	50,00	21,02	25,00	25,00	25,00
7,5 t	7.5-664	160	61,65	75,00	75,00	75,00	30,83	37,50	37,50	37,50
		180	61,65	75,00	75,00	75,00	30,83	37,50	37,50	37,50
		200	61,65	75,00	75,00	75,00	30,83	37,50	37,50	37,50
10,0 t	10.0-667	200	81,69	100,00	100,00	100,00	40,85	50,00	50,00	50,00
		240	81,69	100,00	100,00	100,00	40,85	50,00	50,00	50,00
		280	81,69	100,00	100,00	100,00	40,85	50,00	50,00	50,00

**Taulukko 9. Nostoankkuri ESE – sallittu kuorma seinäelementeissä**

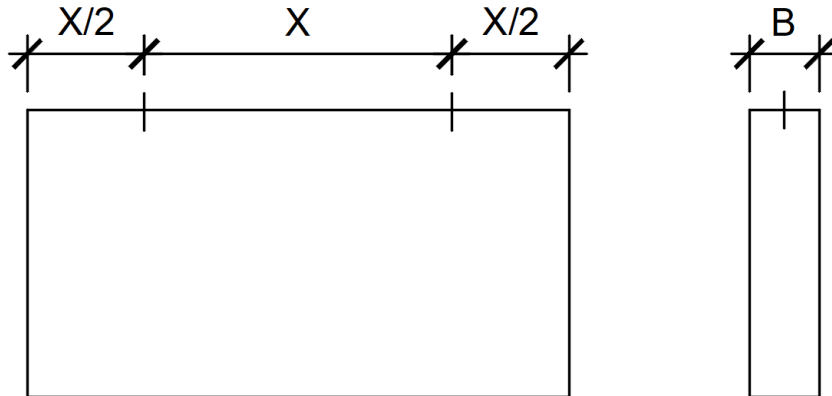
Nostoankkuri	Mitoituskestävyys (sallittu kuorma), kN
	$\beta = 0^\circ - 30^\circ$
ESE - 1.3	13,0
ESE - 2.5	25,0
ESE - 5.0	50,0
ESE - 10.0	100,0
ESE - 20.0	200,0
ESE - 32.0	320,0

**3.2. Laattaelementit**

**Kuva 9**
**Taulukko 10. Nostoankkuri ESB – sallittu kuorma laattaelementeissä**

Kuormaluokka	Nostoankkuri	Laattaelementin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)			
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
1,3 t	1.3-40	70	6,97	8,04	8,99	10,64
	1.3-50	80	9,25	10,69	11,95	13,00
	1.3-65	95	13,00	13,00	13,00	13,00
	1.3-85	115	13,00	13,00	13,00	13,00
	1.3-120	150	13,00	13,00	13,00	13,00
	1.3-240	270	13,00	13,00	13,00	13,00
2,5 t	2.5-55	86	10,48	12,10	13,52	16,00
	2.5-65	96	13,07	15,09	16,87	19,96
	2.5-85	116	18,79	21,70	24,26	25,00
	2.5-120	151	25,00	25,00	25,00	25,00
	2.5-170	201	25,00	25,00	25,00	25,00
	2.5-280	311	25,00	25,00	25,00	25,00
4,0 t	4.0-75	110	17,00	19,63	21,95	25,97
	4.0-100	135	24,83	28,67	32,06	37,93
	4.0-120	155	31,77	36,69	40,00	40,00
	4.0-170	205	40,00	40,00	40,00	40,00
	4.0-210	245	40,00	40,00	40,00	40,00
	4.0-340	375	40,00	40,00	40,00	40,00
5,0 t	5.0-85	120	20,01	23,11	25,84	30,57
	5.0-95	130	23,19	26,77	29,93	35,42
	5.0-120	155	31,77	36,69	41,02	48,53
5,0 t	5.0-180	215	50,00	50,00	50,00	50,00
	5.0-240	275	50,00	50,00	50,00	50,00
	5.0-340	375	50,00	50,00	50,00	50,00
	5.0-480	515	50,00	50,00	50,00	50,00
7,5 t	7.5-100	135	24,17	27,91	31,20	36,92
	7.5-120	155	31,05	35,86	40,09	47,43
	7.5-140	175	38,49	44,44	49,69	58,79
	7.5-165	200	48,50	56,00	62,61	74,08

Kuormaluokka	Nostoankkuri	Laattaelementin paksuus, B [mm]	Mitoituskestävyys (sallitut kuormat)			
			$\beta = 0^\circ - 45^\circ$			
			C12/15	C16/20	C20/25	C28/35
7,5 t	7.5-200	235	63,75	73,62	75,00	75,00
	7.5-300	335	75,00	75,00	75,00	75,00
	7.5-540	575	75,00	75,00	75,00	75,00
10,0 t	10.0-115	150	29,28	33,81	37,80	44,72
	10.0-135	170	36,58	42,24	47,22	55,87
	10.0-150	185	42,40	48,96	54,74	64,77
	10.0-170	205	50,59	58,42	65,31	77,28
	10.0-250	285	87,83	100,00	100,00	100,00
	10.0-340	375	100,00	100,00	100,00	100,00
	10.0-680	715	100,00	100,00	100,00	100,00
15,0 t	15.0-140	175	37,91	43,78	48,94	57,91
	15.0-165	200	47,88	55,28	61,81	73,13
	15.0-200	235	63,07	72,83	81,43	96,34
	15.0-300	335	113,52	131,08	146,55	150,00
	15.0-400	435	150,00	150,00	150,00	150,00
	15.0-840	875	150,00	150,00	150,00	150,00
20,0 t	20.0-200	235	62,39	72,04	80,55	95,31
	20.0-240	275	81,32	93,91	104,99	124,22
	20.0-250	285	86,31	99,67	111,43	131,84
	20.0-340	375	135,42	156,36	174,82	200,00
	20.0-500	535	200,00	200,00	200,00	200,00
32,0 t	32.0-320	363	127,30	147,00	164,35	194,46

Yllä olevassa taulukossa esitettyjä kapasiteettiarvoja tarkasteltaessa on otettava huomioon tämän asiakirjan luvuissa 4 ja 5 esitetyt tiedot.

**4. Elementin vähimmäispaksuus ja ankkureiden etäisyydet**
**4.1. Seinäelementit**


Kuva 10

**Taulukko 11. Nostoankkuri ESB – elementin vähimmäispaksuus ja nostoankkureiden vähimmäisetäisyydet seinäelementeissä**

Kuormaluokka	Nostoankkuri	Seinäelementin paksuus, B [mm]	Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]	Vähimmäiskeskioletäisyys, X [mm]
1,3 t	1.3-85	60	140	280
	1.3-120	60	195	390
	1.3-240	60	375	750
2,5 t	2.5-120	80	195	390
	2.5-170	80	270	540
	2.5-280	80	435	870
4,0 t	4.0-170	120	275	550
	4.0-210	120	335	670
	4.0-340	100	530	1060
5,0 t	5.0-240	160	380	760
	5.0-340	120	530	1060
	5.0-480	100	740	1480
7,5 t	7.5-200	160	315	630
	7.5-300	160	465	930
	7.5-540	140	825	1650
10,0 t	10.0-170	200	270	540
	10.0-250	200	390	780
	10.0-340	200	525	1050

<b>Kuormaluokka</b>	<b>Nostoankkuri</b>	<b>Seinäelementin paksuus, B [mm]</b>	<b>Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]</b>	<b>Vähimmäiskeskiöetäisyys, X [mm]</b>
	10.0-680	160	1035	2070
15,0 t	15.0-300	300	465	930
	15.0-400	300	615	1230
	15.0-840	200	1275	2550
20,0 t	20.0-340	400	525	1050
	20.0-500	400	765	1530
	20.0-1000	240	1515	3030
32,0 t	32.0-320	450	500	1000
	32.0-700	450	1070	2140
	32.0-1200	300	1820	3640

**Taulukko 12. Nostoankkuri ESBB – elementin vähimmäispaksuus ja nostoankkureiden vähimmäisetäisyydet seinäelementeissä**

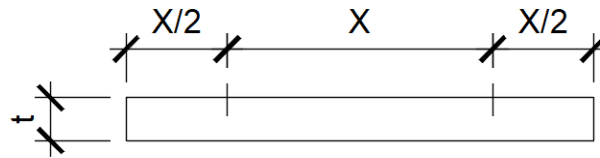
Kuormaluokka	Nostoankkuri	Seinäelementin paksuus, B [mm]	Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]	Vähimmäiskeskietäisyys, X [mm]
2,5 t	2.5-265	80	410	820
	2.5-265	100	410	820
	2.5-265	120	410	820
5,0 t	5.0-406	120	630	1260
	5.0-406	140	630	1260
	5.0-406	160	630	1260
5,0 t	5.0-466-1	120	720	1440
	5.0-466-1	140	720	1440
	5.0-466-1	160	720	1440
5,0 t	5.0-466-2	160	720	1440
	5.0-466-2	180	720	1440
	5.0-466-2	200	720	1440
7,5 t	7.5-664	160	1015	2030
	7.5-664	180	1015	2030
	7.5-664	200	1015	2030
10,0 t	10.0-667	200	1020	2040
	10.0-667	240	1020	2040
	10.0-667	280	1020	2040

**Taulukko 13. Nostoankkuri ESE – elementin vähimmäispaksuus ja nostoankkureiden vähimmäisetäisyydet seinäelementeissä**

Kuormaluokka	Seinäelementin paksuus, B [mm]	Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]	Vähimmäiskeskietäisyys, X [mm]
ESE - 1.3	80	195	390
ESE - 2.5	100	265	530
ESE - 5.0	120	380	760
ESE - 10.0	150	525	1050
ESE - 20.0	180	775	1550
ESE - 32.0	180	775	1550





**4.2. Laattaelementit**


Kuva 11

**Taulukko 14. Nostoankkuri ESB – elementin vähimmäispaksuus ja nostoankkureiden vähimmäisetäisyydet laattaelementeissä**

Kuormaluokka	Nostoankkuri	Laattaelementin paksuus, B [mm]	Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]	Vähimmäiskeskiöetäisyys, X [mm]
1,3 t	1.3-40	70	75	150
	1.3-50	80	90	180
	1.3-65	95	110	220
	1.3-85	115	140	280
	1.3-120	150	195	390
	1.3-240	270	375	750
2,5 t	2.5-55	86	95	190
	2.5-65	96	110	220
	2.5-85	116	140	280
	2.5-120	151	195	390
	2.5-170	201	270	540
	2.5-280	311	435	870
4,0 t	4.0-75	110	135	270
	4.0-100	135	170	340
	4.0-120	155	200	400
	4.0-170	205	275	550
	4.0-210	245	335	670
	4.0-340	375	530	1060
5,0 t	5.0-85	120	150	300

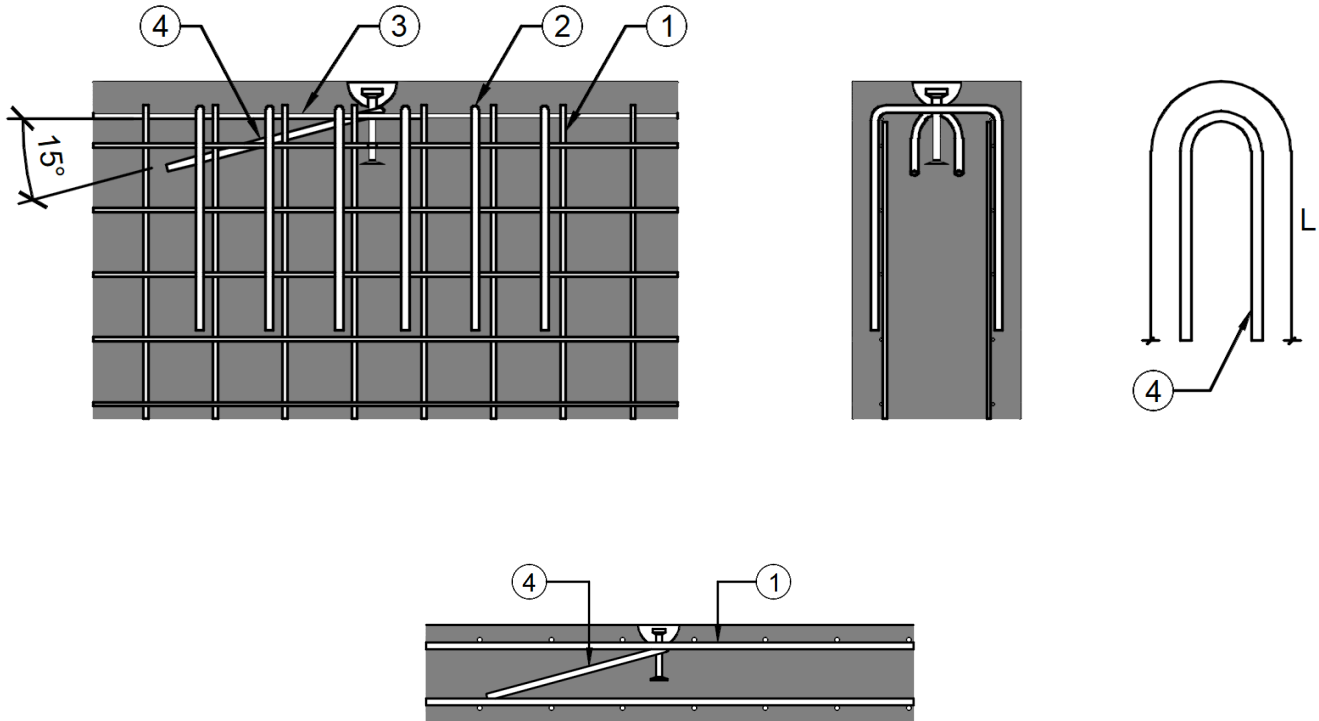
<b>Kuormaluokka</b>	<b>Nostoankkuri</b>	<b>Laattaelementin paksuus, B [mm]</b>	<b>Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]</b>	<b>Vähimmäiskeskiöetäisyys, X [mm]</b>
	5.0-95	130	165	330
	5.0-120	155	200	400
5,0 t	5.0-180	215	290	580
	5.0-240	275	380	760
	5.0-340	375	530	1060
	5.0-480	515	740	1480
7,5 t	7.5-100	135	165	330
	7.5-120	155	195	390
	7.5-140	175	225	450
	7.5-165	200	265	530
	7.5-200	235	315	630
	7.5-300	335	465	930
	7.5-540	575	825	1650
10,0 t	10.0-115	150	190	380
	10.0-135	170	220	440
	10.0-150	185	240	480
	10.0-170	205	270	540
	10.0-250	285	390	780
	10.0-340	375	525	1050
	10.0-680	715	1035	2070
15,0 t	15.0-140	175	225	450
	15.0-165	200	265	530
	15.0-200	235	315	630
	15.0-300	335	465	930
	15.0-400	435	615	1230
	15.0-840	875	1275	2550
20,0 t	20.0-200	235	315	630
	20.0-240	275	375	750
	20.0-250	285	390	780

<b>Kuormaluokka</b>	<b>Nostoankkuri</b>	<b>Laattaelementin paksuus, B [mm]</b>	<b>Vähimmäisreunaetäisyys, X/2 [mm]</b>	<b>Vähimmäiskeskietäisyys, X [mm]</b>
	20.0-340	375	525	1050
	20.0-500	535	765	1530
32,0 t	32.0-320	363	500	1000

## 5. Raudoitus

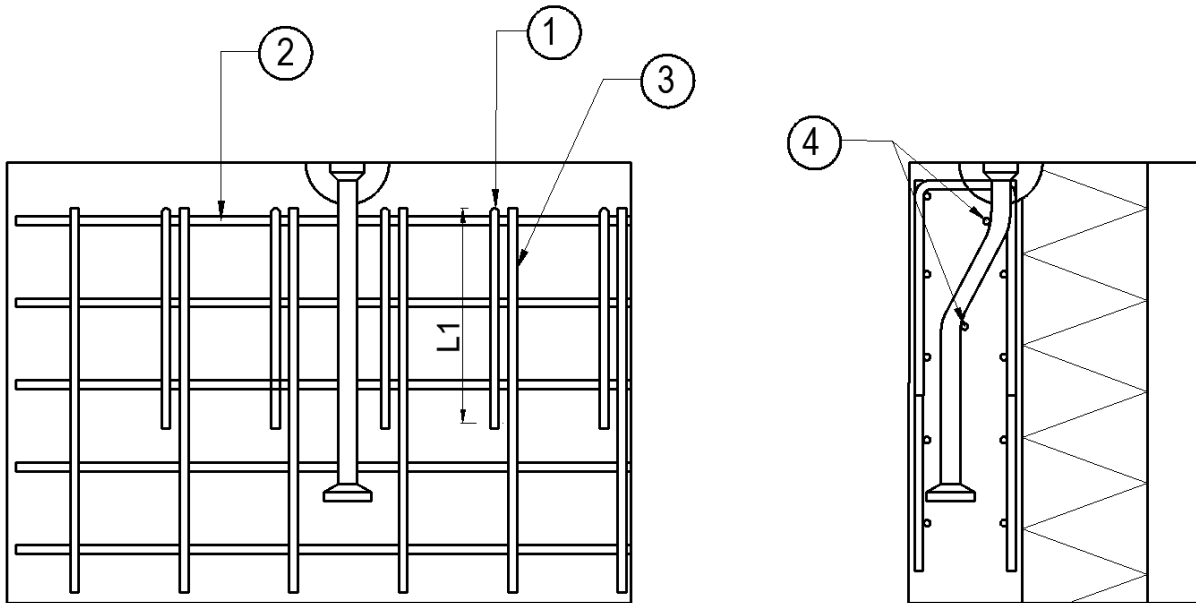
Nostoankkureiden raudoitus perustuu oletukseen, että nostokulma ( $\beta$ ) on 0–45°. Kulma ei saa olla yli 45°.

**Kuva 12. Nostoankkuri ESB – vinon vedon raudoitus**

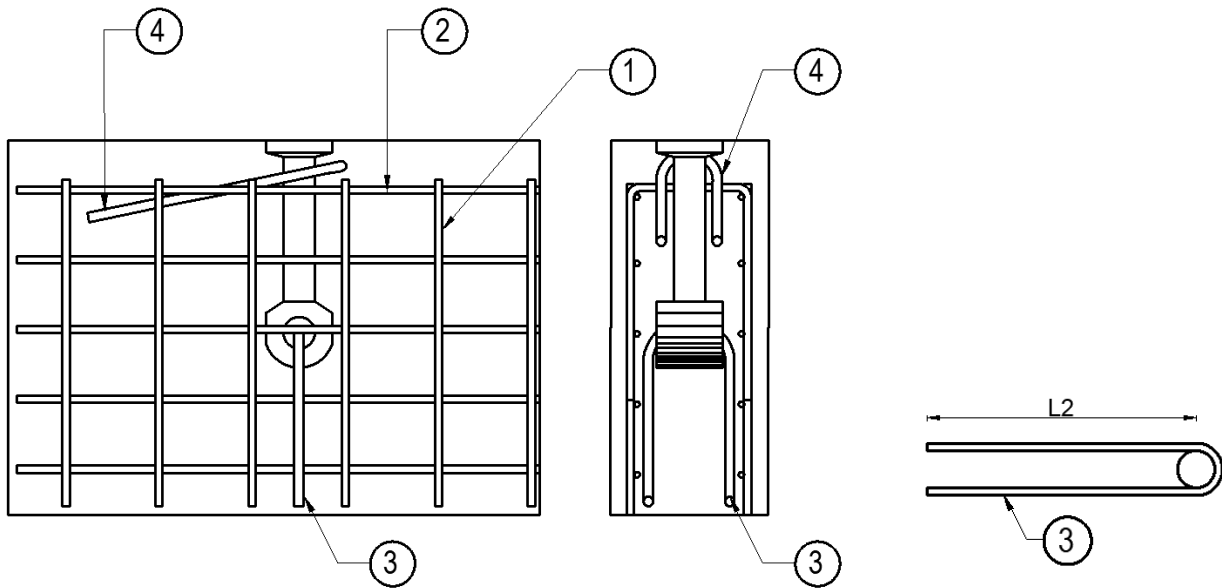


**Taulukko 15. Nostoankkuri ESB – vinon vedon raudoitus**

Kuormaluokka	Verkkoraudoitus, 1 [mm <sup>2</sup> /m]	Hakaraudoitus, 2			Reunaraudoitus (molemmat puolet), 3	Vinon vedon raudoitus, 4 ( $\emptyset - L$ )
		Kpl	Halkaisija [mm]	Pituus [mm]		
1,3	2 x 80	2	6	400	10	8 – 895
2,5	2 x 100	2	8	500	10	10 – 1120
4,0	2 x 130	2	8	600	10	12 – 1350
5,0	2 x 140	2	10	700	12	16 – 1450
7,5	2 x 180	4	10	700	12	16 – 1590
10,0	2 x 200	4	10	700	12	20 – 1990
15,0	2 x 240	4	12	800	16	25 – 2255
20,0	2 x 350	6	12	1000	16	25 – 2655
32.0-700	2 x 500	8	12	1200	16	28 – 3425
32.0-1200				1700		

**Kuva 13. Nostoankkuri ESBB – vinon vedon raudoitus**

**Taulukko 16. Nostoankkuri ESBB – vinon vedon raudoitus**

Nostoankkuri	Verkkoraudoitus 3 [mm <sup>2</sup> /m]	Reunaraudoitus (molemmat puolet) 2	Hakaraudoitus 1 (Ø – L1)	Raudoitus 4 (Ø – L)
ESBB - 2.5	2 x 100	Ø10	8 - 600	12 - 600
ESBB - 5.0	2 x 140	Ø12	10 - 750	16 - 800
ESBB - 5.0	2 x 140	Ø12	10 - 750	16 - 800
ESBB - 5.0	2 x 140	Ø12	10 - 750	16 - 800
ESBB - 7.5	2 x 180	Ø12	10 - 1000	20 - 1000
ESBB - 10.0	2 x 180	Ø12	12 - 1200	20 - 1500

**Kuva 14. Nostoankkuri ESE – vinon vedon raudoitus**

**Taulukko 17. Nostoankkuri ESE – vinon vedon raudoitus**

Nostoankkuri	Verkkoraudoitus 1 [mm <sup>2</sup> /m]	Reunaraudoitus (molemmat puolet) 2	Vinon vedon raudoitus, 3 (Ø – L2)
ESE - 1.3	2 x 131	Ø8	8 - 375
ESE - 2.5	2 x 188	Ø8	10 - 580
ESE - 2.5	2 x 188	Ø8	10 - 580
ESE - 5.0	2 x 188	Ø10	16 - 780
ESE - 5.0	2 x 188	Ø10	16 - 780
ESE - 10.0	2 x 188	Ø10	20 - 1220
ESE - 10.0	2 x 188	Ø12	20 - 1220
ESE - 20.0	2 x 188	Ø12	32 - 1750
ESE - 32.0	2 x 188	Ø14	40 - 2440

## 6. Nostoankkuriin kohdistuvat kuormat

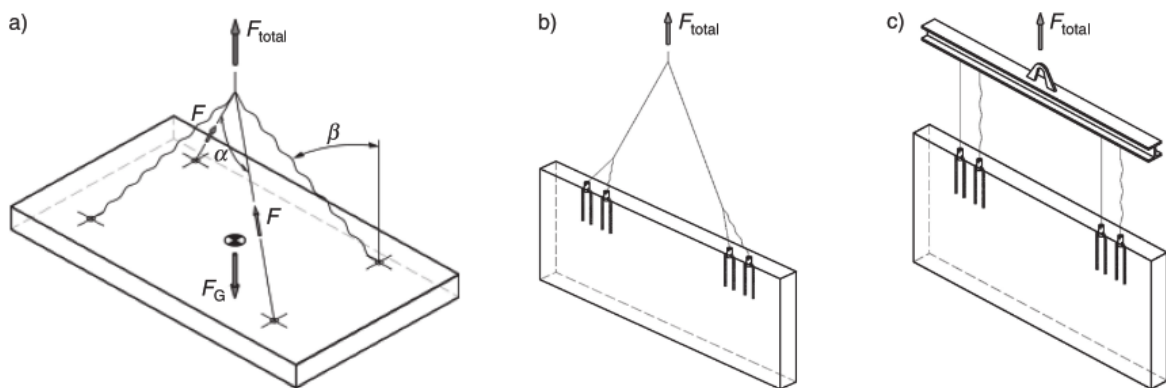
### 6.1. Yleistä

Nostoankkuriin kohdistuvia kuormia määrittäessä on huomioitava seuraavat tekijät:

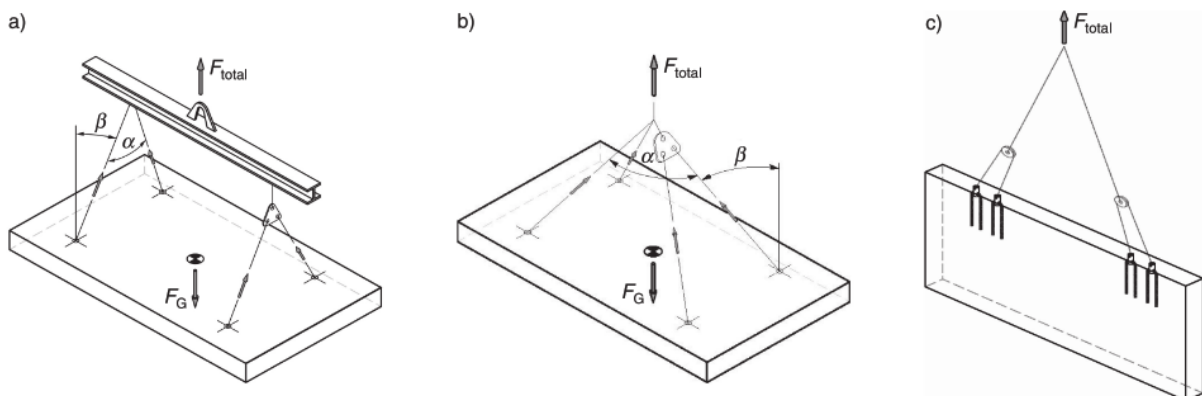
- Nostojärjestelmän statiikka
- Elementin omapaino
- Tartunta muottiin (adheesio ja kitka)
- Dynaamiset vaikutukset
- Nostoankkureiden sijainti ja lukumäärä sekä nostoapuvälineiden tyyppi

### 6.2. Staattinen järjestelmä

Nostoapuvälineiden on sallittava staattisesti määrätty kuormien jakautuminen kaikille asennetuille nostoankkureille ja nostoankkurijärjestelmille. Alla olevissa kuvissa annetaan esimerkkejä staattisesti määräämättömistä nostojärjestelyistä, joissa kuorman kantaa vain kaksi nostoankkuriä kerrallaan. Näissä tapauksissa kuormien jakautumien ei ole selkeästi määrätty, mistä syystä staattisesti määräämättömiä nostojärjestelyjä on vältettävä.

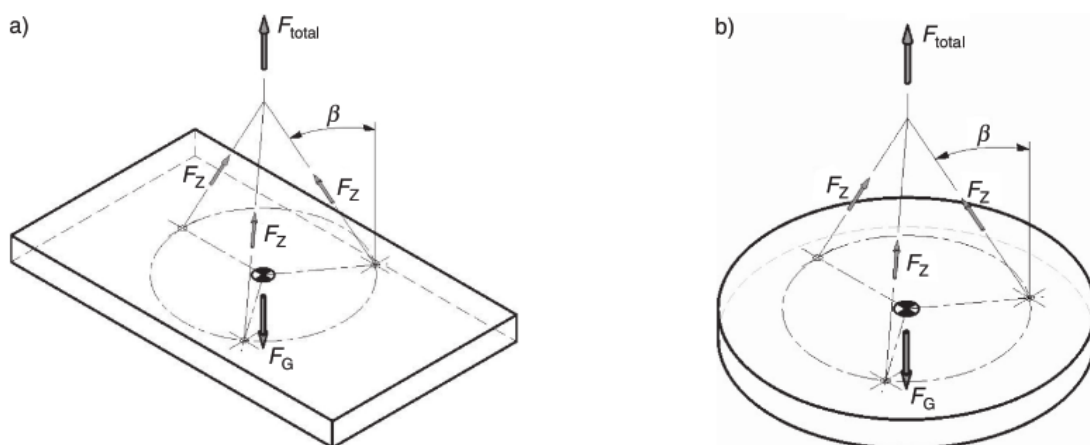


Jotta voidaan varmistaa staattisesti määrätty nostojärjestely ja se, että kaikki nostoankkurit kantavat suunnitellun osansa kuormasta, on useampaa kuin kahta nostoankkuriä käytettäessä käytettävä liukujatkoksia tai -liitoksia, nostopalkkeja tai muita vastaavia nostoapuvälineitä. Alla olevassa kuvassa on esitetty laatta- ja seinäelementtien kanssa käytettäviä nostoapuvälineitä.



Vinoissa nostoissa nostoankkureihin kohdistuu samanaikaisesti sekä veto- että leikkauskuormitusta. Yllä olevassa kuvassa (edellisellä sivulla) oleva kulma  $\beta$  vaikuttaa ratkaisevasti samanaikaisten veto- ja leikkauskuormitusten tasoon, mikä on huomioitava mitoituksessa.

Sellaisissa erityistapauksissa, joissa laattaelementissä on kolme nostoankkuriä, jotka sijaitsevat tähtimuodostelmassa symmetrisesti 120 asteen välein niin, että kaikkien ankkureiden etäisyys elementin painopisteestä on sama, kaikkiin kolmeen nostoankkuriin kohdistuu sama kuormitus.



### 6.3. Omapaino

Elementin paino  $F_G$  on määritettävä kaavalla

$$F_G = V \cdot \rho_G$$

jossa

$F_G$	Elementin paino (kN)
$V$	Elementin tilavuus (m <sup>3</sup> )
$\rho_G$	Betonin tiheys (kN/m <sup>3</sup> )

### 6.4. Adheesio ja kitka

Adheesio ja kitkan oletetaan vaikuttavan samanaikaisesti, kun elementtiä nostetaan muotista. Tässä tarkoitettu muotista noston aiheuttama kuormitus on määritettävä kaavalla

$$F_{adh} = q_{adh} \cdot A_f$$

jossa

$F_{adh}$	Adheesio ja kitkan aiheuttama kuormitus (kN)
$q_{adh}$	Adheesio ja kitkan perusarvo alla olevan taulukon mukaan (kN/m <sup>2</sup> )
$A_f$	Betonin ja muotin välinen kontaktipinta-ala (m <sup>2</sup> )

Muotin tyyppi ja olosuhteet <sup>a)</sup>	$q_{adh}$ <sup>b)</sup> kN/m <sup>2</sup>
Öljytty teräsmuotti, öljytty muovipäälysteinen vanerimuotti	≥ 1,0
Sileäpintainen puumuotti	≥ 2,0
Karheapintainen puumuotti	≥ 3,0

<sup>a)</sup> Kuvioitujen pintojen arvot on määritettävä erikseen.

<sup>b)</sup> Laskennassa on käytettävä betonin ja muotin yhteenlaskettua kontaktipinta-alaa.

**Huomautus:** Yllä olevassa taulukossa esitetyt vähimmäisarvot ovat voimassa vain, jos adheesio ja kitkan voimaa pyritään vähentämään asianmukaisin keinoin, kuten kääntämällä muotti tai täryttämällä muottia muotin purkamisen ja muotista nostamisen aikana.

### 6.5. Dynaamiset vaikutukset

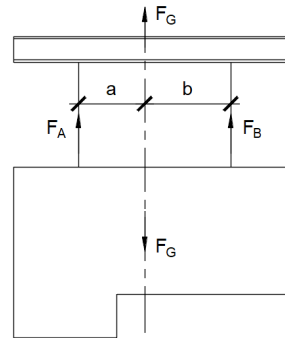
Elementtien noston ja käsittelyn aikana nosto-osat altistuvat dynaamisille vaikutuksille, joiden suuruus riippuu käytetystä nostokalustosta. Dynaamiset vaikutukset on otettava huomioon dynaamisella kertoimella  $\psi_{dyn}$ . Alla olevassa taulukossa annetaan dynaamisen kertoimen  $\psi_{dyn}$  ohjearvoja erilaisille nostokalustoille ja maasto-olosuhteille.



Nostotilanne	Dynaaminen kerroin
	$\Psi_{dyn}$
Torni-, silta- tai autonosturi	1,3
Liikkuva nosturi tasaisessa maastossa	2,5
Liikkuva nosturi epätasaisessa maastossa	$\geq 4$

**Huomautus:** Suunnittelussa voidaan käyttää myös muita kuin yllä olevassa taulukossa esitettyjä dynaamisen kertoimen  $\Psi_{dyn}$  arvoja, jos ne perustuvat toistettavissa oleviin testeihin tai varmistettuun kokemukseen. Muissa kuin yllä olevassa taulukossa esitetyissä nostotilanteissa on kerroin  $\Psi_{dyn}$  määritettävä testien tai suunnittelijan harkinnan perusteella.

### 6.6. Kuorman jakautuminen epäsymmetrisillä elementeillä



Jos nostoankkurit eivät sijaitse symmetrisesti (nosto vain nostopalkkia käyttäen), lasketaan kuorman jakautuminen alla esitetyillä kaavoilla.

$$F_A = F_G \cdot b / (a + b)$$

$$F_B = F_G \cdot a / (a + b)$$

jossa

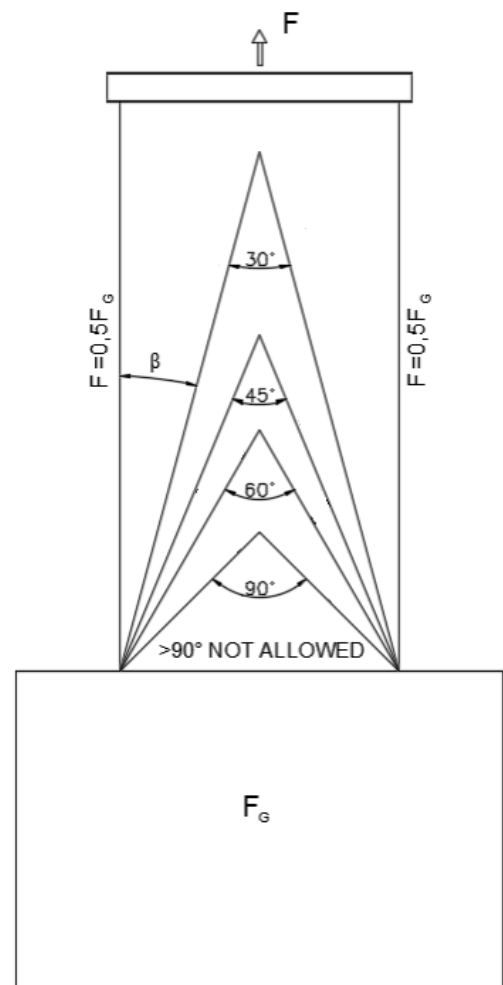
$F_G$  Elementin paino (kN)

A Etäisyys ankkurista painopisteeseen (m)

B Etäisyys ankkurista painopisteeseen (m)

### 6.7. Haarakulma

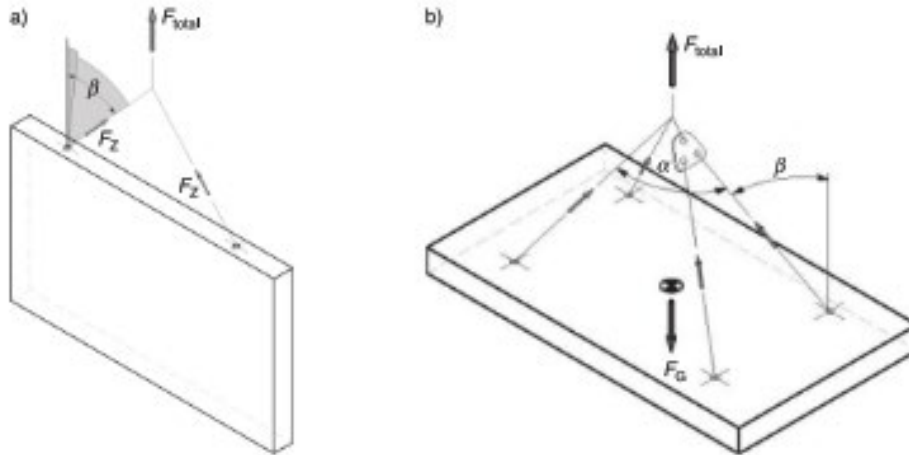
Nostokulma $\beta$	Haarakulma $\alpha$	Kuormakerroin $z$
0°	-	1,00
7,5°	15°	1,01
15°	30°	1,04
22,5°	45°	1,08
30°	60°	1,15
37,5°	75°	1,26
45°	90°	1,41



### 6.8. Nostoankkureiden lukumäärä ja kuormitus

Nostoankkureiden lukumäärä ja nostoankkuriin kohdistuva kuormitus on määritettävä kullekin nostotilanteelle alla esitettyä asianmukaista kaavaa käyttäen. Mitoitusta määrääväksi kuormitustapaukseksi valitaan näistä kaikkein epäedullisin tapaus.

#### 6.8.1. Kuormitustapaus "nosto samanaikaisen adheesion ja kitkan kanssa"



Oletetaan, että elementti ei lepää yhdeltä sivultaan muotissa. Tällöin kuormitus  $F_Q$  on

$$F_Q = (F_G + F_{adh}) \cdot z/n$$

jossa

$F_Q$	Nostoankkuriin kohdistuva kuormitus (kN)
$F_G$	Elementin paino
$F_{adh}$	Adheesion ja kitkan aiheuttama kuormitus
$z$	Yhdistetyn vedon ja leikkauksen kerroin, $z = 1/\cos \beta$ Jos vain veto: $z = 1$ .
$n$	Kuormaa kantavien nostoankkureiden lukumäärä

#### 6.8.2. Kuormitustapaus "pystyyn nosto"

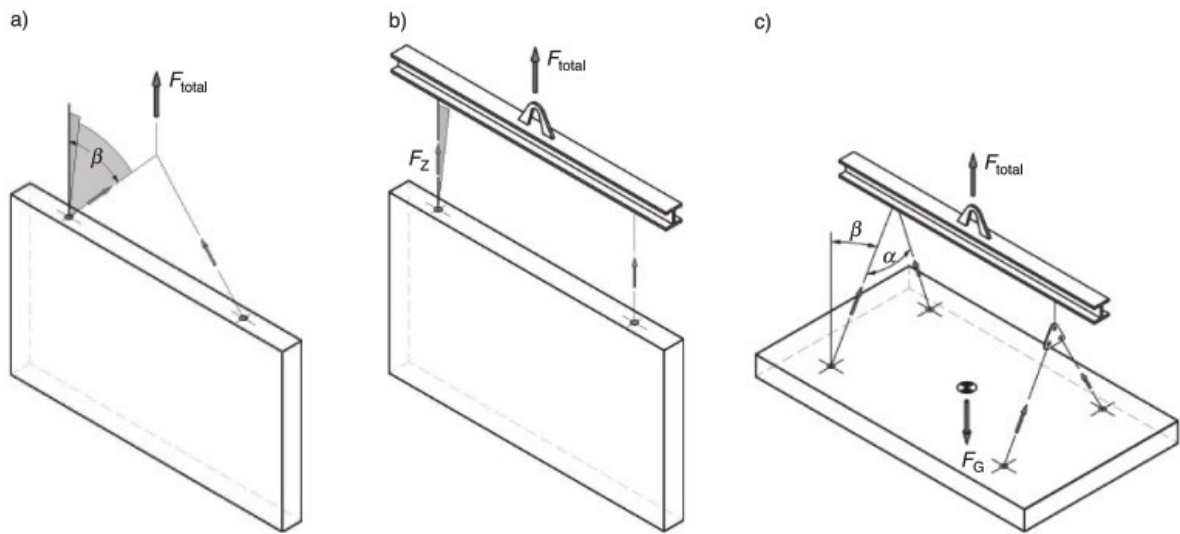
Oletetaan, että elementti lepää yhdeltä sivultaan muotissa. Tällöin kuormitus  $F_Q$  on

$$F_Q = (F_G/2) \cdot \psi_{dyn} / n$$

jossa

$F_Q$	Nostoankkuriin vaikuttava leikkauskuormitus, jonka suunta on kohtisuoraan betonielementin pituusakseliin nähden
$F_G$	Elementin paino
$\psi_{dyn}$	Dynaaminen kerroin
$n$	Kuormaa kantavien nostoankkureiden lukumäärä

#### 6.8.3. Kuormitustapaus "nosto ja käsittely vedon ja leikkausvoiman yhdistelmän alaisena"



Kuormitustapaus on esitetty alla olevassa kuvassa. Kuormitus  $F_z$  on

$$F_z = F_G \cdot \psi_{\text{dyn}} \cdot z/n$$

jossa

$F_z$  Nostoankkuriin nostoraksin suunnassa vaikuttava kuormitus (kN)

$F_G$  Elementin paino

$\psi_{\text{dyn}}$  Dynaaminen kerroin taulukon 2 mukaisesti

$z$  Yhdistetyn vedon ja leikkauksen kerroin,  $z = 1/\cos \beta$

Jos vain veto:  $z = 1$ .

$n$  Kuormaa kantavien nostoankkureiden lukumäärä







