

# Paikallavaletun holvintuennan mitoitusohjelma



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Kevät, 2019

Mikko Mäkinen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Mikko Mäkinen	<b>Vuosi</b> 2019
<b>Työn nimi</b>	Paikallavaletun holvintuennan mitoitusohjelma	
<b>Työn ohjaaja</b>	Ville Pulkkinen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan paikallavaluholvin tuennan mitoitukseen käytettävän ohjelman tekemisestä sekä toiminnasta. Mitoitusohjelma tulee käyttöön PERI Suomen suunnitteluosastolle. PERI on erikoistunut paikallavalumuotteihin ja tuentaan.

Työn tavoitteena on tuottaa mitoitusohjelma, joka nopeuttaa paikallavaluholvin tuennan mitoitusta ja ohjeistaa uusia suunnittelijoita tuennan mitoituksessa. Työssä kerrotaan yleisesti paikallavaluholvista ja sen tuennasta PERIn kalustolla. Mitoitusohjelma tulee toimimaan Excelillä.

Ohjelman esittelykohdassa kerrotaan ohjelman ulkoasusta, toiminnasta ja kuinka se tehtiin.

Työn tuloksina saatiin toimiva ohjelma, joka nopeuttaa paikallavaluholvin tuennan mitoitusta auttaa, uusia suunnittelijoita ja yhtenäistää suunnittelu osaston mitoituksen. Opinnäytetyö tulee myös käyttöön uusille suunnittelijoille infopakettina holvintuennan mitoituksesta. Mitoitusohjelmaa tullaan jatkojalostamaan ja siihen tullaan lisäämään erilaisia mitoitusilantoja esim. parveketuennan mitoitus.

Lähteinä on käytetty PERIn omaa Design tables 2005 kirjaa ja paikallavalamiseen erikoistuneita nettisivuja.

**Avainsanat** Excel, PERI, MULTIFLEX, mitoitusohjelma, paikallavaluholvi, mitoitus

**Sivut** 28 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Building and Construction Engineering  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Mikko Mäkinen	<b>Year</b> 2019
<b>Subject</b>	Calculation program for on-site cast slab supports	
<b>Supervisors</b>	Ville Pulkkinen	

---

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by PERI Finland. The purpose of the thesis was to produce a calculation program that calculates the loads of on-site cast concrete slab supports. The program will be used by PERI Finland's design engineers. This program only calculates support structures that are made with PERI products.

The sources used in the thesis were Design Tables 2005 published by PERI and some web sources specializing in on-site cast concrete slabs.

As a result of the thesis a calculation program using Excel was produced that makes calculating support structures faster and guides new design engineers to know how to calculate these structures. The calculation program will be updated in the near future by adding various calculations e.g. the calculation of balcony supports.

**Keywords** Excel, PERI, calculation program, in situ cast slab, calculation.

**Pages** 28 pages including appendices 5 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TILAAJA .....	1
3	PAIKALLAVALUHOLVI.....	2
4	HOLVINTUENTA .....	2
4.1	Asentaminen .....	2
4.2	Purkaminen .....	6
5	MITOITUSOHJELMAN LASKENTAPERUSTEET .....	9
5.1	Kalusto.....	9
5.1.1	GT24- ja VT20-palkit .....	9
5.1.2	Vanerit .....	10
5.1.3	Holvituet .....	11
5.2	Valukuormanlaskenta .....	12
5.3	Kuormitusalue .....	13
6	YLEISTÄ MITOITUSOHJELMASTA .....	14
6.1	Mitoitusohjelma .....	14
6.1.1	1-aukkoinen palkki.....	14
6.1.2	1-aukkoinenpalkki pistekuorma .....	15
6.1.3	Uloke palkki .....	16
6.1.4	Moniaukkoinen vaneri.....	17
6.1.5	Ulokevaneri.....	19
6.2	Mitoitusohjelman ulkoasu ja käyttö .....	19
7	YHTEENVETO .....	21
	LÄHTEET.....	22

Liitteet

Liite 1      Muottikalusto

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni tarkoituksena havainnollistaa uusille suunnittelijoille laskentakaavoja, joita käytetään paikallavaletun holvintuennan mitoituksessa. Opinnäytetyössäni käyn läpi holvintuennan peruseräperiaatteen ja minkälaisella kalustolla sitä tehdään.

Mitoitusohjelman avulla on helppo ja nopea laskea tuennan kestävyys erilaisissa tilanteissa. Lisäksi opinnäytetyössä tulee olemaan esille kaavat, joiden avulla mitoitusohjelma laskee kestävyuden. Tärkeintä mitoitusohjelmassa on sen helppokäyttöisyys ja nopeus.

Työn tavoitteena on tuottaa mitoitusohjelma, joka nopeuttaa paikallavaluholvin tuennan mitoitusta ja ohjeistaa uusia suunnittelijoita tuennan mitoituksessa. Työssä kerrotaan yleisesti paikallavaluholvista ja sen tuennasta PERIn kalustolla. Mitoitusohjelma toimii Excelillä.

## 2 TILAAJA

Vuonna 1969 perustettu PERI on yksi maailman suurimmista muotti- ja telinevalmistajista maailmassa. Yrityksen päätoimipaikka toimistoineen ja tuotantotiloineen sijaitsee Weissenhornissa, Etelä-Saksassa. Tytäryhtiöitä on yli 70 maassa ja logistiikkakeskuksia yli 120 ympäri maailman. Vuonna 2016 yrityksen palveluksessa työskenteli yli 8 700 työntekijää. Liikevaihto vuonna 2018 oli 1,5 miljardia. (PERI, 2019)

PERI Suomi Ltd Oy on perustettu vuonna 1993 ja se on kokonaan saksalaisen PERI GmbH:n omistama tytäryhtiö. PERI Suomi vuokraa ja myy yhtiön valmistamia betonimuotti-, tuenta- ja telinejärjestelmiä. PERI Suomi tarjoaa suunnittelun, jotka yhdessä rakennustyömaan pääurakoitsijan sekä betonimuottiurakoitsijan kanssa pyrkivät löytämään parhaan mahdollisen toteutuksen työmaakohteissa. Suomessa työskentelee tällä hetkellä noin 80 työntekijää, joista suunnittelijoita on kahdeksan. (PERI, 2019)

### 3 PAIKALLAVALUHOLOVI

Paikalla rakentamisessa suurin etu on suunnittelun vapaus, tämä koskee sekä yksittäisiä huoneistoja ja tiloja että rakennusta kokonaisuutena. Suunnittelun vapautta ei kuitenkaan tulisi ymmärtää niin, että samassa rakennuksessa käytetään kaikkia mahdollisia rakennemuotoja ja vaihtelevia rakennemittoja. Rakennesuunnittelun ja muotisuunnittelijan yhteistyö mahdollisimman aikaisessa vaiheessa parantaa kohteen toteutettavuutta.

Laatan paksuudeksi kuormituksen perusteella riittää yleensä 200 mm, mutta laatan paksuuteen vaikuttavat myös muut tekijät kuin pelkkä kuormitus. Muita laatan paksuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ääneneristävyys, palonkestävyysvaatimus, laatan taipuma sekä viemäputkien vaatima tila. Asuinrakennuksissa nykyiset ääneneristävyysvaatimukset johtavat laatan vähimmäispaksuuteen 270 mm. Yleisesti käytettävät laattapaksuudet asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa ovat 270–300 mm. Autohalleissa laatan paksuudet voivat olla jopa yli 1000 mm paksuja. (PERI, 2015)

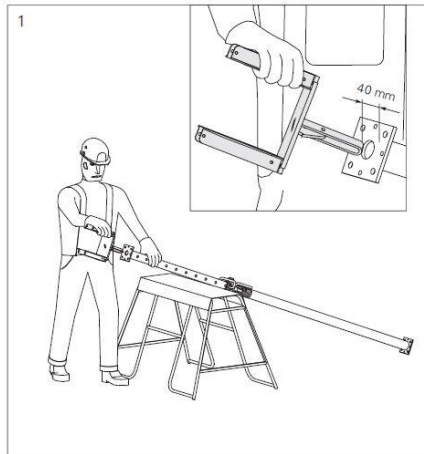
### 4 HOLVINTUENTA

PERI Suomen normaalina holvintuenta järjestelmänä toimii MULTIFLEX-niminen tuenta. MULTIFLEX on normaali vakiopalkki ja muottilevyt järjestelmä. Holvintuennan tarkoitus on pitää sen päälle valettava laatta tuettuna niin kauan kunnes laatta saavuttaa tarvittavan lujuuden. (PERI, n.d.)

Se koostuu pystytuista, joihin asennetaan pudotuspäät. Tuennassa käytetään huoneen korkeudesta ja laatan paksuudesta riippuen PERIn alumiini- tai terästoppia. Pudotuspäiden päälle asennetaan niskapalkit. Niskapalkkien päälle asennetaan koolauspalkkisto valitulla jaolla. Tyypillinen koolauspalkki jako on k500. Koolauspalkki jako vaihtelee laatan paksuuden mukaan. Koolauspalkkien päälle asennetaan vielä vanerilevy. Vanerilevyn asennuksen jälkeen raudoittajat voivat alkaa asentamaan holvinraudoitteita. Vakiopalkki ja muottilevy -järjestelmä soveltuu muunneltavuutensa vuoksi monen muotoisiin tiloihin ja sillä voidaan tukea jopa yli 1000 mm paksuja laattoja. (PERI, n.d.)

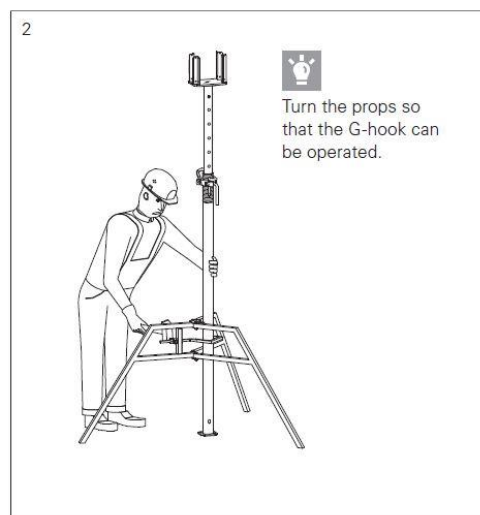
#### 4.1 Asentaminen

Holvitukien valmistelussa ne säädetään oikeaan korkoon ja päälle asennetaan tukihaarukat. Holvitukien alapuolisten rakenteiden täytyy kestää sille tulevat kuormat.



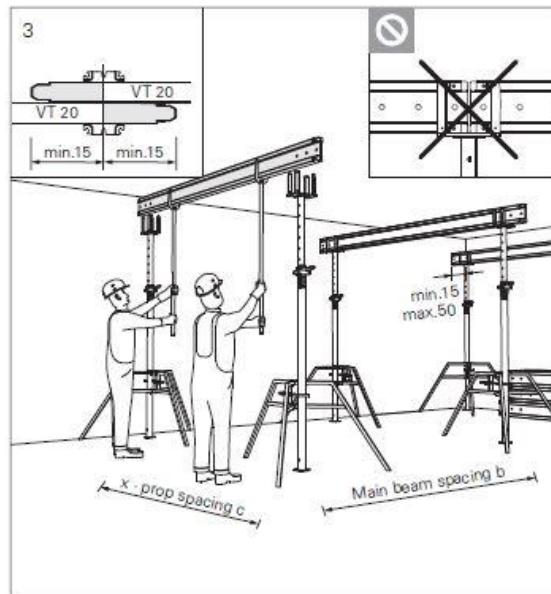
Kuva 1. Holvitukien valmistelu (PERI 2017a, s. 8)

Holvitukien alle asennetaan aina tarvittaessa aluslankut. Betonilaatan päälle laatan muottia tuettaessa riittää pohjapuiksi yleensä laudat. Maapohjalle ja sorapohjan varaan tuettaessa käytetään tukialustoina tukevia lankkuja. Jäätyneen maan varaan tukia ei saa asentaa. Holvituet asennetaan suoraan ja niihin asennetaan asennustuet.



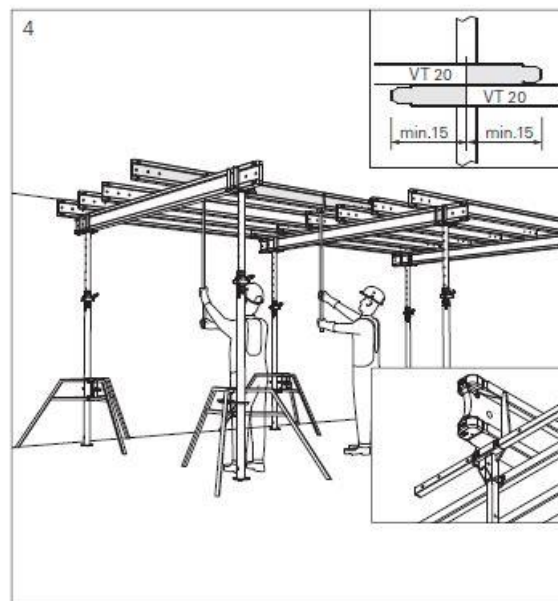
Kuva 2. Asennustuen asennus holvitukeen (PERI 2017b, s. 8)

Seuraavaksi asennetaan niskapalkit holvitukien päälle. Apuna voidaan käyttää asennussauvaa. Niskapalkkien limitys VT-20 palkilla on min. 150 mm ja Gt-24 palkilla 163 mm. Palkkeja ei missään tapauksessa saa jatkaa tuella päittäin. Niskatukien etäisyys ja oikea paikka katsotaan suunnittelijan tekemästä suunnitelmasta.



Kuva 3. Niskapalkkien asennus maasta (PERI 2017c, s. 9)

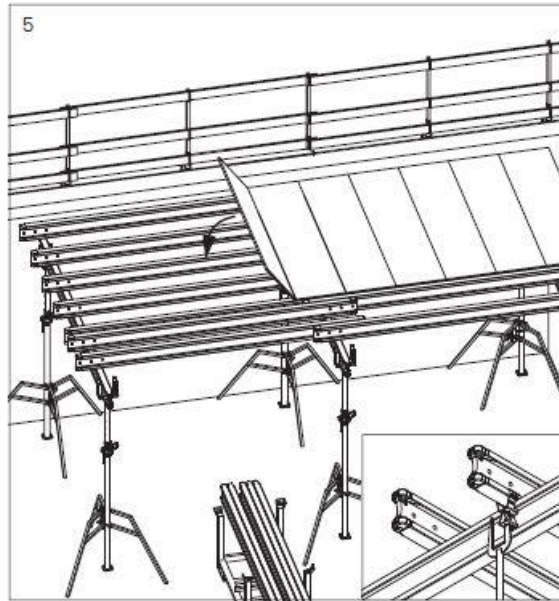
Kun niskapalkit ja niiden päissä olevat holvituet ovat asennettu paikoilleen voidaan aloittaa koolauspalkkien asennus. Koolauspalkkijaon asentajat näkevät suunnitelmista. Myös koolauspalkit limitetään niskapalkkien tavoin. Mikäli koolauspalkit asennetaan yläpuolelta, on huolehdittava työturvallisuudesta ja putoamissuojauksesta.



Kuva 4. Koolauspalkkien asennus (PERI 2017d, s. 9)

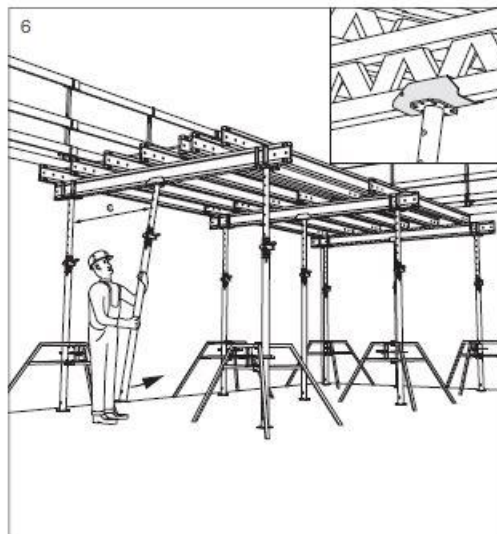
Koolauspalkkien asennuksen jälkeen voidaan asentaa muottilevyt. Muottilevyt jatketaan niin, että levyn jatkoskohta sijaitsee keskellä koolauspalkkia. Muottipinta öljytään ja öljytessä käytetään tarvittavia henkilökohtaisia suojaimeja. Muottilevyjä asennettaessa on huolehdittava putoamissuojauksesta. Holvinreunoille asennettava kaiteet ja työntekijöiden henkilökohtaiset suojarusteet.





Kuva 5. Vanerin asennus (PERI 2017e, s. 9)

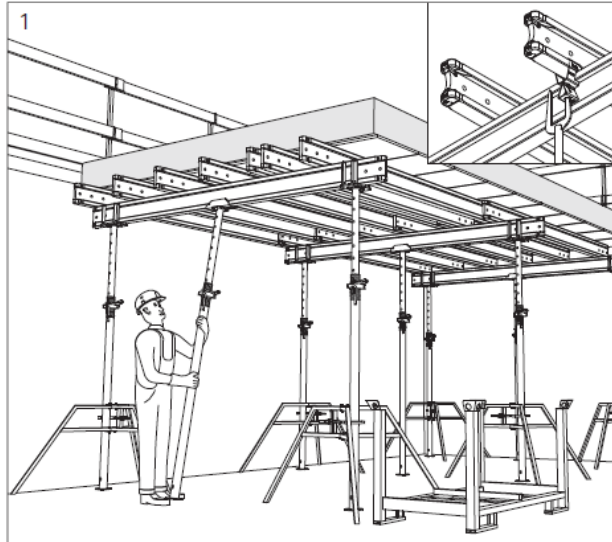
Lopuksi asennetaan välituet suunnitellulla jaolla.



Kuva 6. Välitukien asennus (PERI 2017f, s. 9)

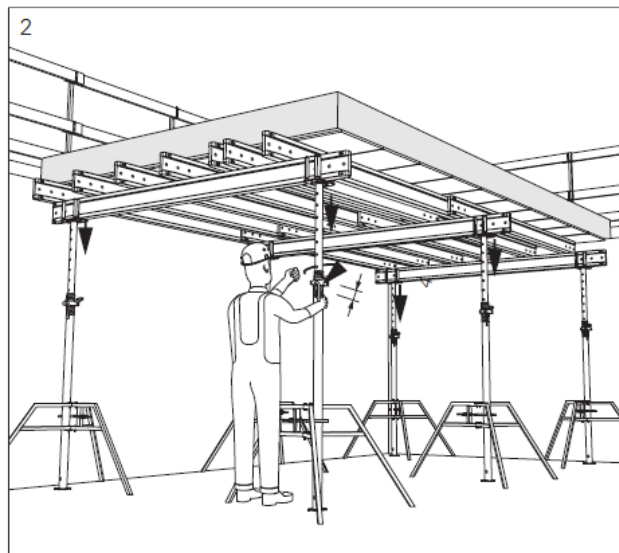
## 4.2 Purkaminen

Purkaminen voidaan aloittaa, kun laatta on saavuttanut tarvittavan lujuuden. Purkamisen ajankohdan määrää rakennesuunnittelija. Purkaminen aloitetaan välitukienpoistamisella. Työturvallisuus syistä purkutyössä tulee olla vähintään kaksi työntekijää.



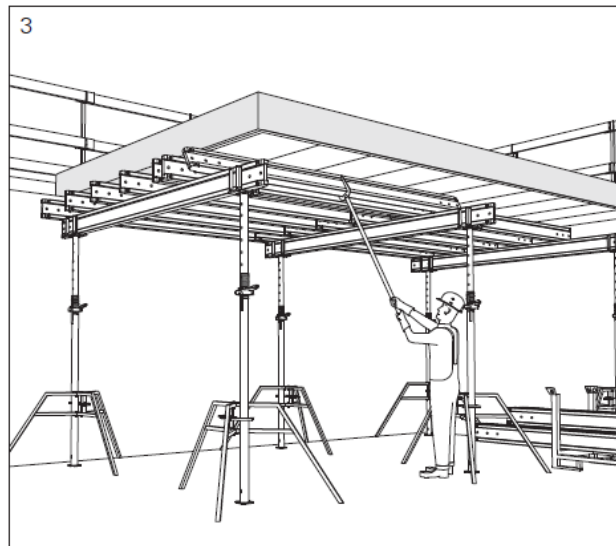
Kuva 7. Välitukien poistaminen (PERI 2017g, s. 10)

Holvituet lasketaan alemmas, jotta voidaan aloittaa muottilevyn ja koo-  
lauspalkkien poistaminen.



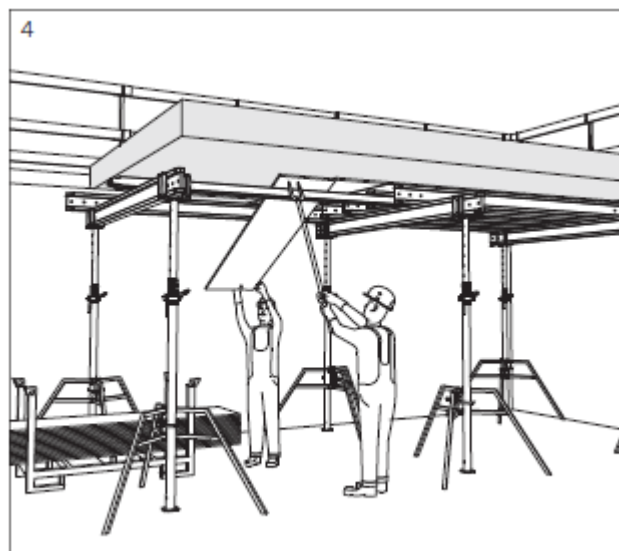
Kuva 8. Holvitukien laskeminen (PERI 2017h, s. 10)

Koo-  
lauspalkit poistetaan alhaalta päin asennuskeppiä käyttämällä. Koo-  
lauspalkit kannattaa suoraan poistamisen jälkeen varastoida niille tarkoi-  
tetuille lavoille.



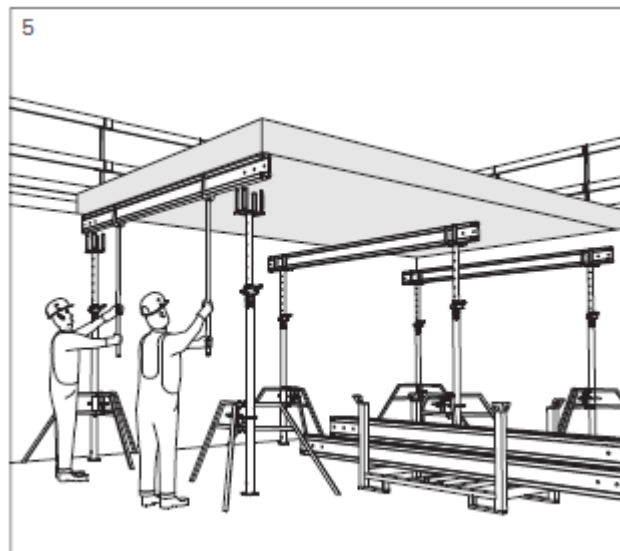
Kuva 9. Koolauspalkkien poistaminen (PERI 2017i, s. 11)

Muottilevyn poistamisessa on hyvä olla työpari apuna. Muottilevyt jälki huolletaan käytönjälkeen.



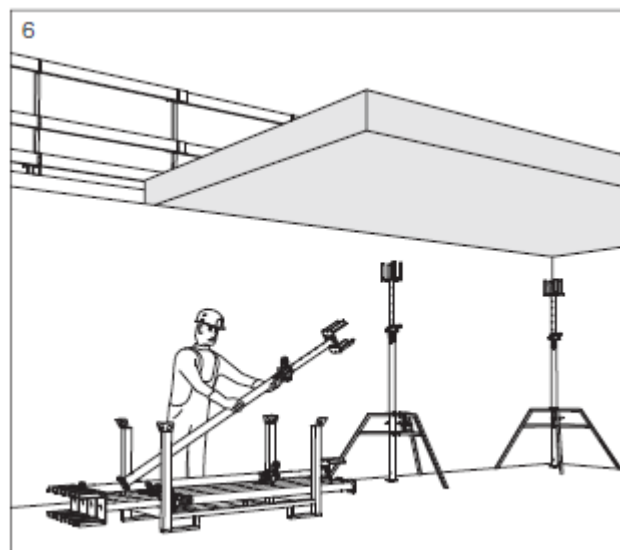
Kuva 10. Muottilevyjen poistaminen (PERI 2017j, s. 11)

Koolauspalkkien jälkeen niskapalkit voidaan poistaa



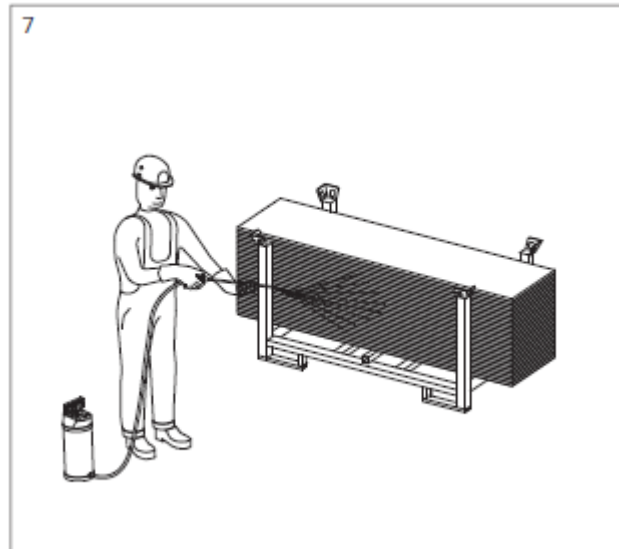
Kuva 11. Niskapalkkien poistaminen (PERI 2017k, s. 11)

Loputkin holvituet voidaan nyt poistaa. Holvituet ovat helpointa käytön jälkeen varastoida suoraan niille tarkoitettuihin kehikoihin.



Kuva 12. Holvitukien poistaminen (PERI 2017l, s. 11)

Jälkihuoltona käytetyt muottilevyn puhdistetaan ja öljytään muotti öljyllä. Jälkihuolto kannattaa aina tehdä, koska sillä pidetään kalusto hyvässä kunnossa ja muottilevyjä voidaan käyttää useita kertoja uudestaan.



Kuva 13. Jälkihuolto (PERI 2017m, s. 11)

## 5 MITOITUSOHJELMAN LASKENTAPERUSTEET

### 5.1 Kalusto

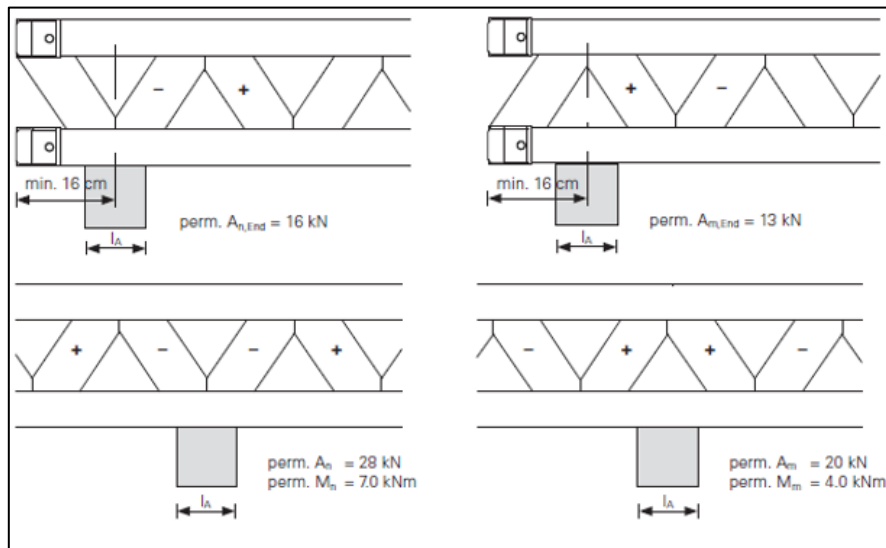
PERIn palkit ovat tehty puusta ja ne tehdään Weisenhornin tehtaalla. Holvituet tehdään teräksestä, joka käsitellään sinkillä. PERI:llä on myös alumiinista tehtäviä holvitukia. Sinkki antaa hyvä suojan korroosiota vastaan ja näin tekee holvituista pitkäikäisiä. Muottilevyjä on paljon erilaisia. Parhaimmat muottilevyinä käytettävät vanerit tehdään suomessa koivu-puusta. (PERI, 2015)

#### 5.1.1 GT24- ja VT20-palkit

GT-24 on PERI Suomen ainoa käytössä oleva palkki. Palkki on 24 cm korkea puuristikkopalkki, jota voidaan käyttää monissa eri käyttötarkoituksissa. Ristikkorakenne tekee palkista kestävä ja jäykän. Palkkeja on 18 vakiopituutta 0,9 m:stä 6 m:iin 30 cm välein, erikoiskohteisiin voidaan valmistaa jopa 17,85 m pitkiä palkkeja. Palkin metripaino on 5,90kg/m. (PERI 2015, s. 18)

Palkille saadaan paras kantavuus, kun holvituki asennetaan palkin ristikkorakenteen keskikohtaan.

Laskennassa käytettävät arvot tulevat PERIn Design tables 2015- taulukko-kirjasta.



Kuva 14. GT-24 Palkin kestävyysarvot tuen kohdasta riippuen (PERI 2015, s. 18)

Permissible internal forces and bearing forces	
Permissible shear force	perm. $Q = 13.0 \text{ kN}$
Permissible bearing force in the nodes (+/- 2 cm)	perm. $A_n = 28.0 \text{ kN}$
Permissible bearing force between the nodes	perm. $A_m = 20.0 \text{ kN}$
Permissible bending moment	perm. $M = 7.0 \text{ kNm}$
Permissible support moment (for support directly under the nodes)	perm. $M_n = 7.0 \text{ kNm}$
Permissible support moment (support between the nodes)	perm. $M_m = 4.0 \text{ kNm}$
Bending stiffness $EI = 887 \text{ kNm}^2$	

Kuva 15. GT-24 Palkin kestävyysarvoja (PERI 2015, s. 18)

### 5.1.2 Vanerit

Vanereiden käyttöikä voidaan pidentää hyvillä huoltotoimilla. Ennen valua vanerit pitää muistaa öljytä ja valun jälkeen puhdistaa hyvin. Vanereita on erilaisia ja niitä tehdään koivusta sekä kuusesta. Koivusta valmistetuissa vanereissa on paremmat arvot. Laskennassa käytettävät arvo tulevat PERI:n Design tables 2015 -taulukkokirjasta. (PERI, 2015)

Type of plywood	Thickness [mm]	Veneers	E-Modulus [N/mm <sup>2</sup> ] parallel/cross	Perm. $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] parallel/cross
Fin-Ply	21	Birch	8560/6610	15.0/12.4
Fin-Ply, Maxi	20	Birch	7500/5760	13.0/10.5
Fin-Ply, USA	19 / 3/4"	Birch	6180/6880	12.0/11.5
Fin-Ply	18	Birch	8730/6440	15.3/12.2
PERI Birch	21	Birch	8560/6610	15.0/12.4
PERI Birch, USA	19 / 3/4"	Birch	9170/7060	15.7/13.6
PERI Spruce 400	21	Conifer Timber	7000/4130	8.3/6.3
3-Ply Plywood	27	Spruce	8000/1070	4.9/1.5
3-Ply Plywood	21	Spruce	8000/1070	5.9/1.3
FinNa-Ply	21	Conifer Timber	7910/3710	8.0/5.0

Kuva 16. Yleisempien käytössä olevien muottilevyjen laskentaarvoja (PERI 2015 s. 10)

### 5.1.3 Holvituet

Holvituen kantavuus riippuu kuinka pitkä sekä kuinka päin se asennetaan, jos holvituki asennetaan sisäputki alaspäin, saadaan paremmat kantavuusarvot. Tämä perustuu sen staattiseen malliin. Kun sisäputki, joka on kaapeampi kuin ulkoputki, asennetaan alaspäin se ottaa vastaan enemmän kuormaa, sillä yläpäässä on puupalkkien vuoksi nivel. Mutta yleensä holvituet asennetaan paksumpi sisäkuori alaspäin, koska käytössä olevat asennustuet toimivat paremmin paksumman sisäkuoren kanssa. (PERI, 2015 s.96)

Laskennassa käytettävät arvot tulevat PERI:n Design tables 2015- taulukkokirjasta (PERI, 2015)

Extension length [m]	PEP Ergo B-300	
	L = 1.97 – 3.00 m	
	Outer tube bottom	Inner tube bottom
2.00	30.8	30.8
2.10	29.8	30.8
2.20	27.0	30.8
2.30	24.6	30.8
2.40	23.0	30.8
2.50	21.5	30.8
2.60	20.3	29.5
2.70	19.3	27.5
2.80	18.3	24.8
2.90	16.9	22.3
3.00	15.6	20.2
3.10		
3.20		
3.30		
3.40		
3.50		

Kuva 17. PEP Ergo B-300 kestävyys eri mitoissa (kN) (PERI 2015, s. 96)

Extension length (m)	PEP Ergo D-150 L = 0.98 – 1.50 m		PEP Ergo D-250 L = 1.47 – 2.50 m		PEP Ergo D-350 L = 2.26 – 3.50 m		PEP Ergo D-400 L = 2.51 – 4.00 m		PEP Ergo D-500 L = 3.26 – 5.00 m	
	Outer tube bottom	Inner tube bottom	Outer tube bottom	Inner tube bottom	Outer tube bottom	Inner tube bottom	Outer tube bottom	Inner tube bottom	Outer tube bottom	Inner tube bottom
1.00	30.8	30.8								
1.10	30.8	30.8								
1.20	30.8	30.8								
1.30	30.8	30.8								
1.40	28.5	30.8								
1.50	26.4	30.8	35.0	35.0						
1.60			35.0	35.0						
1.70			32.9	35.0						
1.80			30.7	35.0						
1.90			29.1	35.0						
2.00			28.1	35.0						
2.10			27.3	35.0						
2.20			26.5	34.1						
2.30			25.7	32.3	40.0	40.0				
2.40			24.3	29.4	40.0	40.0				
2.50			22.4	26.3	40.0	40.0				
2.60					38.0	40.0	40.0	40.0		
2.70					35.2	40.0	40.0	40.0		
2.80					33.1	40.0	40.0	40.0		
2.90					31.3	40.0	40.0	40.0		
3.00					29.9	40.0	40.0	40.0		
3.10					28.5	39.0	37.7	40.0		
3.20					27.2	35.3	35.7	40.0		
3.30					25.3	32.1	33.9	40.0	40.0	40.0
3.40					23.5	29.2	32.5	40.0	40.0	40.0
3.50					21.7	26.5	31.0	39.7	40.0	40.0
3.60							29.0	36.4	40.0	40.0
3.70							27.0	33.3	40.0	40.0
3.80							25.2	30.7	40.0	40.0
3.90							23.5	28.2	40.0	40.0
4.00							21.8	26.0	40.0	40.0
4.10									39.3	40.0
4.20									36.5	40.0
4.30									34.0	39.2
4.40									31.8	37.0
4.50									29.9	34.6
4.60									28.1	32.4
4.70									26.4	30.4
4.80									24.8	28.5
4.90									23.4	26.8
5.00									21.8	25.3

Kuva 18. Eri PEP Ergojen kestävyysarvoja (kN) (PERI 2015, s. 98)

## 5.2 Valukuormanlaskenta

Kuormat lasketaan DIN EN 12812-2008-12 mukaan. Betonin kuutio painona laskennassa käytetään  $24,5\text{kN/m}^3$ . Valukuorman laskenta koostuu neljästä eri osasta.  $Q_1$  on pysyvä kuorma, joka on  $0.40\text{kN/m}^2$  (Sisältää muottikaluston omanpainon)  $Q_{2,B}$  on betoni kuorma, joka on laskennassa käytettävä  $24,5\text{kN/m}^3 \times$  holvin paksuus.  $Q_{2,p}$  on työskentely kuorma, jonka mitoitus arvo on  $0,75\text{ kN/m}^2$   $Q_4$  on betonoinnista aiheutuva lisäkuorma, jolla varmistetaan tuennan kestävyys mikäli, jossain kohtaa valua saattaa hetkellisesti olla suurempi määrä betonia kuin tarkoitettu holvin paksuus. Laskentakaava  $Q_4$ :lle on  $0,1 \times Q_{2,b}$  poikkeuksena tässä on, että arvo on minimissään  $0.75\text{kN/m}^2$  ja maksimissaan  $1,75\text{ kN/m}^2$

Esimerkkitapaus:

Holvinpaksuus 270 mm

$$Q = Q_1 + Q_{2,B} + Q_{2,p} + Q_4$$

$$Q_1 = 0.40\text{kN/m}^2$$

$$Q_{2,B} = 24,5\text{kN/m}^3 \times 0,27\text{m} \rightarrow 6,615$$

$$Q_{2,p} = 0,75\text{ kN/m}^2$$

$$Q_4 = 0,1 \times Q_{2,b} \rightarrow 0,1 \times 6,615 = 0,6615 \rightarrow 0,75\text{ kN/m}^2$$

$$Q = 0.40\text{kN/m}^2 + 6,615\text{ kN/m}^2 + 0,75\text{ kN/m}^2 + 0,75\text{kN/m}^2$$

$$Q = 8,52\text{kN/m}^2$$



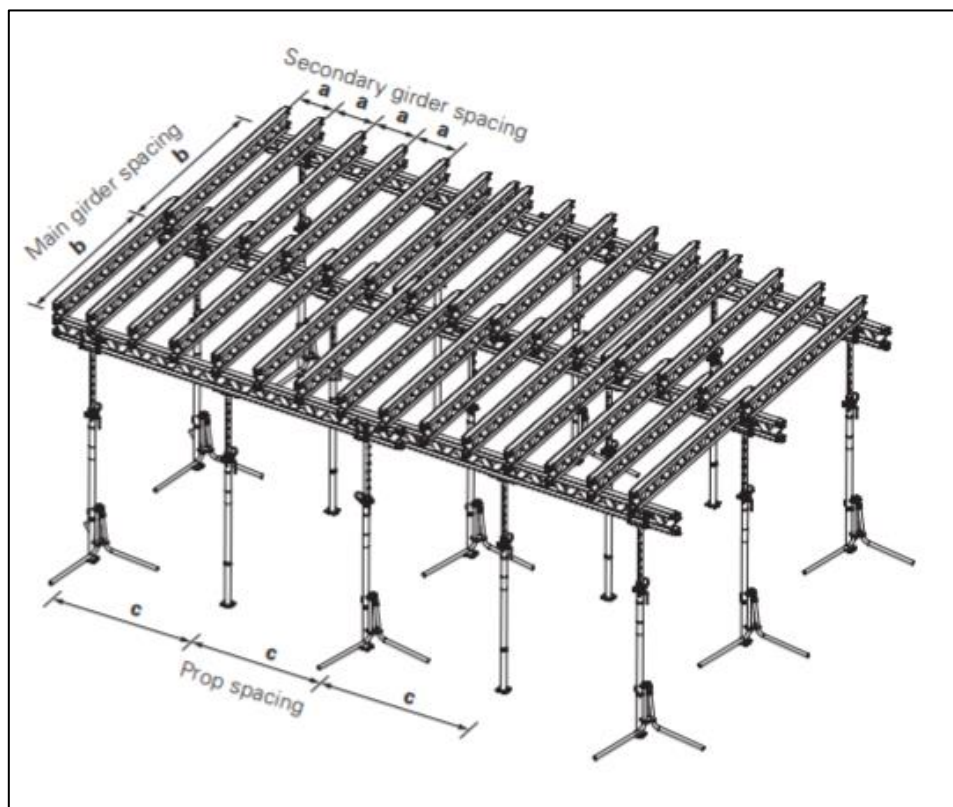
Calculation basis:	
*Load according to EN 12812	
Dead load	$Q_1 = 0.40 \text{ kN/m}^2$
Concrete load	$Q_{2,b} = 24.5 \text{ kN/m}^3 \times d \text{ [m]}$
Equivalent load: concreting	$Q_4 = 0.10 \times Q_{2,b}$
	$0.75 \text{ kN/m}^2 \leq Q_4 \leq 1.75 \text{ kN/m}^2$
Equivalent load: working conditions	$Q_{2,p} = 0.75 \text{ kN/m}^2$
Total load	$Q = Q_1 + Q_{2,b} + Q_{2,p} + Q_4$

Kuva 19. Mitoituksen laskenta kaava (PERI 2015, s. 71)

Taipuman laskennassa ei oteta hyötykuorman osuutta huomioon.

### 5.3 Kuormitusalue

Palkin kuormitusalue on niskapalkkien etäisyys toisistaan kerrottuna palkin jännemitalla. Niskapalkkien maksimietäisyys toisiinsa vaihtelee holvinpaksuuden mukaan. Palkin jännemitta on holvitukien etäisyys toisistaan. Holvitukien maksimi etäisyys toisistaan vaihtelee holvinpaksuuden mukaan.



Kuva 20. Kuormitusalueen hahmotelma (PERI 2015, s. 71)

## 6 YLEISTÄ MITOITUSOHJELMASTA

### 6.1 Mitoitusohjelma

Mitoitusohjelma on tehty Excelillä. Excel soveltuu hyvin tämän kaltaiseen laskentaan, jossa muuttujia ei ole paljon. Lisäksi siihen on helppo jälkikäteen lisätä erilaisia laskentatapauksia. Excelin käyttö vaatii aluksi hiukan opettelua, mutta peruskaavat, kun on hallussa erilaisten laskentojen ja muuttujien käytöstä tulee helppoa.

Mitoitusohjelmalla voidaan laskea ainoastaan tapauksia, joissa on käytössä PERI:n muottikalusto ja sillä ei ole tarkoitus laskea kolmansien osapuolien kalustolla tehtyjä tuentoja. Laskennassa käytettävät arvo tulevat PERI:n Design tables 2015 -taulukkokirjasta.

#### 6.1.1 1-aukkoinen palkki

1-aukkaisen palkin mitoituksessa otetaan huomioon palkin jänneväli, palkin kuormitusalue ja palkin laskenta-arvot. Valukuorma määräytyy laatan paksuuden mukaan. Taipuman laskennassa poistetaan hyötykuorman osuus valukuormasta.

Taivutusmomentin laskentakaava


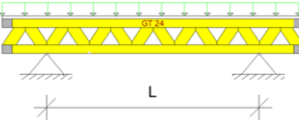
$$M = \frac{1}{8} qL^2 \quad (1)$$

Leikkausvoiman laskentakaava

$$Q = 0.5qL \quad (2)$$

Taipuman laskentakaava

$$\zeta = \frac{5}{384} \frac{P \cdot kL^4}{EI} \quad (3)$$

ETUSIVULLE			
Suunnittelija:	Mäkinen, Mikko	Päivämäärä:	12.12.2018
Kohde:		Sisältö:	
			
PALKINKUORMITUS			
Jänneväli:	2500 mm	Lähtötiedot Palkki: GT24 Holvin h= 270 mm	
Valukuorma:	8,52 kN/m <sup>2</sup>		
Palkin kuormitusalue:	1500 mm		
Kuorma palkille:	12,77 kN/m		
Metrikuorma:	(Vaihtoehtoinen)		
TAIVUTUSMOMENTTI			
M=	9,98 kNm	$M = \frac{1}{8} qL^2$	
Käyttöaste:	142,6 %	Palkin kapasiteetti ylittyy!	
LEIKKAUSVOIMA			
Q=	15,97 kN	$Q = 0,5qL$	
Käyttöaste:	114,0 %	Palkin kapasiteetti ylittyy!	
TAIPUMA			
(Taipumaraja L/x) x=	500	$\delta = \frac{5}{384} \frac{p_k L^4}{EI}$	
Taipumaraja	5,0 mm		
Taipuma=	7,32 mm		
Käyttöaste:	146,5 %	Palkin kapasiteetti ylittyy!	
Leikkausvoiman lisäys keskituilla			
Aukot	2-auk.	3 tai enemmän	5% lisäys
Kerroin	1,25	1,143	1,05
Leik.voima	20,0	18,2	16,8
Käyttöaste	142,6 %	130,3 %	119,7 %
Kapasiteetti ylittyy!    Kapasiteetti ylittyy!    Kapasiteetti ylittyy!			Holvituki Kuorma 16,0 kN

Kuva 21. 1-aukkoisen palkin mitoitus sivu.

### 6.1.2 1-aukkoisen palkki pistekuorma

Tilanteissa joissa palkille kohdistuu pistemäistä kuormaa. Lähtötiedoiksi tarvitaan palkin jänneväli, pistekuorman kuormitusarvo ja palkin laskenta arvot.

Taivutusmomentin laskentakaava

$$M = \frac{1}{4} PL \quad (1)$$

Leikkausvoiman laskentakaava

$$Q = 0,5P \quad (2)$$

Taipuman laskentakaava

$$\zeta = \frac{PL^3}{48EI} \quad (3)$$

ETUSIVULLE		
Suunnittelija:	Mäkinen, Mikko	Päivämäärä: 18.12.2018
Kohde:		Sisältö:
<b>PERI</b> <sup>®</sup>		
<b>PALKINKUORMITUS 1-aukkoinen pistekuorma</b>		
Jänneväli:	1200 mm	Palkki: GT24
Pistekuorma:	7 kN	
<b>TAIVUTUSMOMENTTI</b>		
M=	2,10 kNm	$M = \frac{1}{4} PL$
Käyttöaste:	30,0 % OK!	
<b>LEIKKAUSVOIMA</b>		
Q=	3,5 kN	$Q = 0.5P$
Käyttöaste:	25,0 % OK!	
<b>TAIPUMA</b>		
(Taipumaraja L/x) x=	500	$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$
Taipumaraja	2,4 mm	
Taipuma=	0,28 mm	
Käyttöaste:	11,8 % OK!	

Kuva 22. 1-aukkoisen palkin pistekuorman mitoitus sivu.

### 6.1.3 Uloke palkki

Tilanteissa joissa palkkia joudutaan käyttämään ulokkeena. Laskennassa tarvittavia arvoja ovat ulokkeen pituus, palkin kuormitusalue, valettavalta laatalta tuleva valukuorma ja palkin laskenta-arvot.

Taivutusmomentin laskentakaava


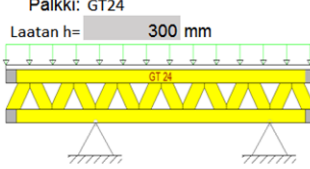
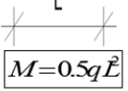
$$M=0.5qL^2 \quad (1)$$

Leikkausvoiman laskentakaava

$$Q=qL \quad (2)$$

Taipuman laskentakaava

$$\zeta = \frac{1}{8} \frac{PL^4}{EI} \quad (3)$$

ETUSIVULLE		
Suunnittelija:	Mäkinen, Mikko	Päivämäärä: 18.12.2018
Kohde:		Sisältö:
		
<b>PALKINKUORMITUS - Uloke palkki</b>		
Ulokkeen pituus:	1000 mm	
Valukuorma:	9,25 kN/m <sup>2</sup>	
Palkin kuormitusalue:	400 mm	
Kuorma palkille:	3,7 kN/m	
Palkki: GT24 Laatan h= 300 mm		
<b>TAIVUTUSMOMENTTI</b>		
M=	1,85 kNm	 $M = 0,5qL^2$
Käyttöaste:	26,4 % OK!	
<b>LEIKKAUSVOIMA</b>		
Q=	3,7 kN	$Q = qL$
Käyttöaste:	28,5 % OK!	
<b>TAIPUMA</b>		
(Taipumaraja L/x) x=	500	$\delta = \frac{1}{8} \frac{pL^4}{EI}$
Taipumaraja	2,0 mm	
Taipuma=	0,52 mm	
Käyttöaste:	26,1 % OK!	

Kuva 23. Uloke palkin mitoitus sivu.

#### 6.1.4 Moniaukkoinen vaneri

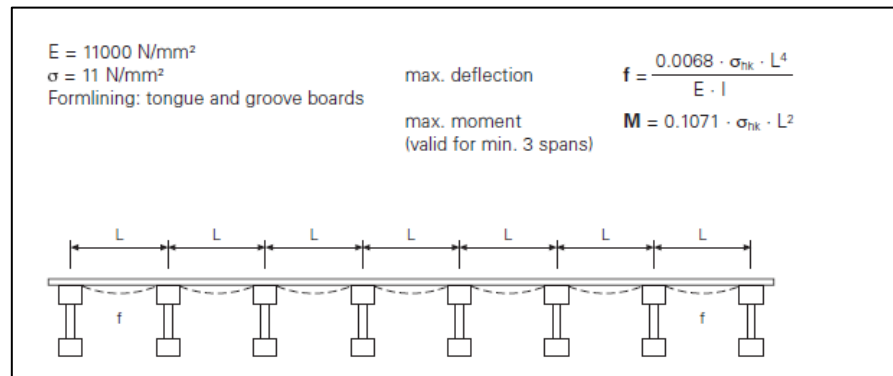
Moniaukkoisessa vanerin laskennassa tarvitaan jänneväli, valukuorma ja käytössä olevan vanerin laskenta arvot. Jännevälillä tarkoitetaan tässä tapauksessa vanerin alapuolella olevan koolauspalkin etäisyyttä toisistaan. Koolauspalkkijako muuttuu holvinpaksuuden kasvaessa. Laskenta kaavaa toimii, kun vanerin alla on vähintään kolme koolauspalkkia. Tyypillinen koolauspalkki jako on k500, jolloin 2500 mm pitkän vanerin alle tulee kuusi koolauspalkkia.

Taivutusmomentin laskentakaava

$$M = 0,1071qL^2 \quad (1)$$

Taipuman laskentakaava

$$\zeta = \frac{0,0068qL^4}{EI} \quad (2)$$



Kuva 24. Vanerikentän mitoitus (PERI, 2015)

ETUSIVULLE	
Suunnittelija:	Mäkinen, Mikko
Päivämäärä:	18.12.2018
Kohde:	
Sisältö:	

**PERI**<sup>®</sup>

**VANERINKUORMITUS moniaukkoinen**

Jänneväli L=	357 mm	Vaneri: Fin Ply 18mm
Valukuorma	9,25 kN	Laatan h= 300 mm

**TAIVUTUSMOMENTTI**

M=	0,13 kNm	$M = 0.1071qL^2$
$\sigma$ =	2,3	
Käyttöaste:	15,3 % OK!	

**TAIPUMA**

(Taipumaraja L/x) x=	500	$\delta = \frac{0.0068qL^4}{EI}$
Taipumaraja	0,7 mm	
Taipuma=	0,24 mm	
Käyttöaste:	33,7 % OK!	

Kuva 25. Moniaukkoisen vanerikentän mitoitus sivu.

### 6.1.5 Ulokevaneri

Ulokevaneri tapaukset ovat harvinaisia ja niitä pyritäänkin välttämään, mutta joissakin tapauksissa niitäkin joudutaan hyödyntämään. Laskennassa tarvitaan ulokkeen pituus, valukuorma ja käytössä olevan vanerin laskenta arvot.

Taivutusmomentin laskentakaava

$$M = \frac{1}{2} qc^2 \quad (1)$$

Taipuman laskentakaava

$$\zeta = \frac{qL^4}{8EI} \quad (2)$$

ETUSIVULLE	
Suunnittelija: <b>Mäkinen, Mikko</b>	Päivämäärä: 18.12.2018
Kohde:	Sisältö:
<b>VANERINKUORMITUS Vaneri ulokkeena</b>	
Uloke 210 mm	Vaneri: 21mm 3-krs.
Valukuorma 9,25 kN	Laatan h= 300 mm
<b>TAIVUTUSMOMENTTI</b>	
M= 0,20 kNm	$M = \frac{1}{2} qc^2$
$\sigma = 2,8$	
Käyttöaste: 52,4 % OK!	
<b>TAIPUMA</b>	
(Taipumaraja L/x) x= 500	$\delta = \frac{qL^4}{8EI}$
Taipumaraja 0,4 mm	
Taipuma= 0,36 mm	
Käyttöaste: 86,7 % OK!	

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI}$$

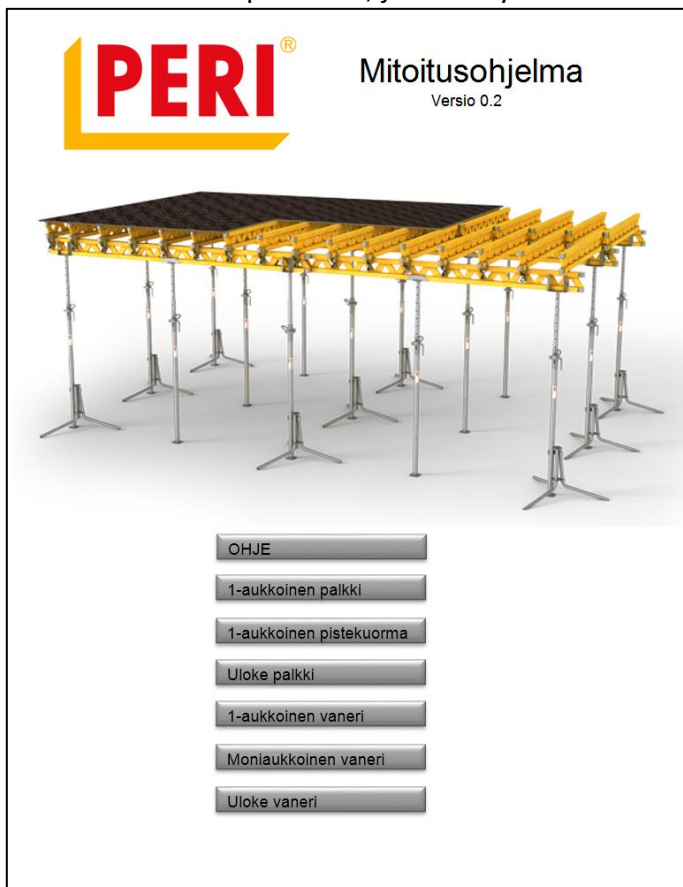
$$M = \frac{1}{2} qc^2$$

Kuva 26. Ulokevanerin mitoitussivu.

## 6.2 Mitoitusohjelman ulkoasu ja käyttö

Mitoitusohjelman etusivulta on helppo navigoida haluttuun mitoitustilanteeseen. Etusivulla on nähtävissä kaikki tällä hetkellä mukana olevat mitoitustilanteet. Erimitoitustapausten sivuilla on havainnollistava graafinen

malli laskettavasta tilanteesta. Joka kohdassa minkä ohjelma laskee, on myös vieressä kaava, jolla laskenta tapahtuu. Kaikki palkkien ja vanereiden laskenta -arvot on piilotettu, jotta vältetään virheitä.



Kuva 27. Mitoitusohjelman etusivu

Joka sivulle tulee automaattisesti suunnittelijan nimi ja päivämäärä. Suunnittelijan nimen ja päivämäärän ohjelma hakee automaattisesti Windowsin käyttäjätiliä hyödyntäen. Lisäksi suunnittelija voi kirjoittaa kohteen nimen ja laskennan sisällön esim. missä kohtaa holvituenta laskettu tapaus sijaitsee.

Kohdat joita käyttäjän itse täytyy muokata, on värikoodattu vaaleanharmaalla ja tumman harmaat ovat kohtia, jotka ohjelma laskee käyttäen annettuja arvoja. Kaikki laskentakaavat ovat salasanalukittuja ja niitä ei voi muokata kuin ainoastaan salasanan avulla, näin ollen varmistutaan, että kaavat pysyvät oikeina. Myös palkkien ja vanereiden arvot on piilotettu, jotta niihin ei tehdä vahingossa muutoksia.

Lähtötiedoista valitaan käytössä oleva palkki. Holvinpaksuus, jonka avulla ohjelma laskee automaattisesti valukuorman  $\text{kN/m}^2$ . Tuentakorkeuden annettua saadaan tieto mitä holvitukea voidaan käyttää ja paljonko holvituen kantavuus on. Tuentakorkeus -500mm on käytössä olevan holvituen pituus. Tämä tulee, kun miinustetaan tuentakorkeudesta vanerin-, koolauspalkin- ja niskapalkin korkeus. Ohjelma laskee taivutusmomentin,



leikkausvoiman ja taipuman. Mikäli joku arvoista on liian suuri se ilmoittaa kapasiteetin ylityksestä.

Palkinkuormitus kohdassa tarvittavia tietoja on jänneväli millimetreinä sekä palkin kuormitusalue. Tarvittaessa suunnittelija voi vaihtaa taipumaraja arvoa, mutta normaali laskennassa käytettävä arvo on  $L/500$ . Eli jännevälin ollessa 2500mm saadaan kaavaa käyttäen taipumarajaksi 5mm.

Taivutusmomentti kohdassa ohjelma kertoo annettuja lähtötietoja ja palkinkuormitusarvoja hyödyntäen maksimimomentin sekä palkin käyttöasteen. Ohjelma kertoo, mikäli palkin kapasiteetti ylittyy.

Leikkausvoimakohdassa ohjelma kertoo annettuja lähtötietoja ja palkinkuormitusarvoja hyödyntäen palkille kohdistuvan maksimileikkausvoiman ja palkin käyttöasteen. Ohjelma kertoo, mikäli palkin kapasiteetti ylittyy.

Taipumakohdassa voidaan vielä vaikuttaa taipumarajaan vaihtamalla arvoa, yleisesti PERillä käytetään arvoa  $L/500$ . Ohjelmasta saadaan taipuman määrä millimetreinä sekä käyttöaste prosentteina.

## 7 YHTEENVETO

Kaavoja käyttämällä ja Exceliä hyödyntämällä saatiin laskentaohjelma, jolla voidaan laskea PERIn kalustolla tehtyjä holvintuentoja. Ohjelmaa tullaan jatkojalostamaan tulevaisuudessa.

Työn lopputulokseen voi olla tyytyväinen ja se tulee jatkossa nopeuttamaan omaa sekä muiden suunnittelijoiden työtä. Työ sopii myös hyvin uusille suunnittelijoille luettavaksi. Tästä he saavat hyvän pohjatiedon paikallavaletun holvin tuennan tekemisestä ja mitoittamisesta.

Excelin käyttäminen kannattaa opetella hyvin sillä tämänkaltaisissa laskennoissa se nopeuttaa laskemista todella paljon. Erilaisten kaavojen syöttäminen on helppoa ja netistä löytyy paljon tietoa erikoisimmista kaavoista, joita voidaan tarvita erilaisissa tapauksissa.

## LÄHTEET

Betoni.com (2018) Paikallavalurakentaminen. Haettu 20.10.2018 osoitteesta <https://betoni.com/betonirakentaminen/valmisbetoni-paikallavalurakentaminen/>

PERI. Saksa (2015) Design tables 2015

PERI. (2017a) Holvitukien valmistelu. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017b) Asennustuen asennus holvitukeen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017c) Niskapalkkien asennus maasta. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017d) Koolauspalkkien asennus Haettu. 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017e) Vanerin asennus Haettu. 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017f) Välitukien asennus Haettu. 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017g) Välitukien poistaminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017h) Holvitukien laskeminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017i) Koolauspalkkien poistaminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017j) Muottilevyjen poistaminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017k) Niskapalkkien poistaminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017l) Holvitukien poistaminen. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI. (2017m) Jälkihuolto. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

PERI-Suomi Oy Ltd. Kotisivut. Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi>

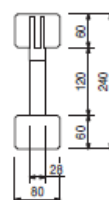
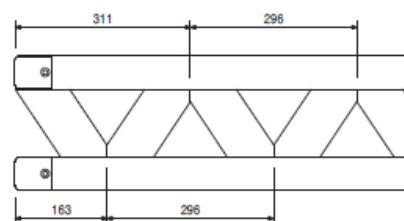
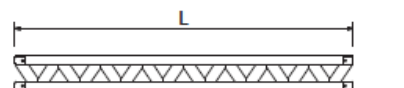
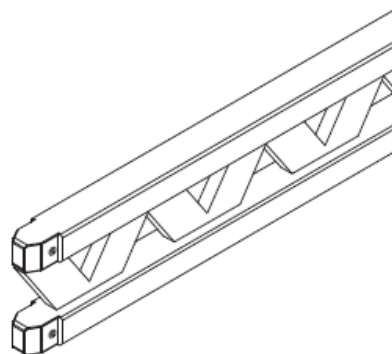
PERI-Suomi Oy Ltd. (n.d.) Haettu 10.10.2018 osoitteesta <https://www.perisuomi.fi/tuotteet/muotit/holvimuotit/multiflex-girder-slab-formwork.html>

RT 0398 (2012) LEVYMUOTTITYÖT. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 20.12.2018 osoitteesta <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/17567#page=1>

RT 06-1-02 (1991) Holvimuoti, palkkimuotit ja pilarinmuotit. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 20.10.2018 osoitteesta <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/17363#page=1>

**MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmä**

Tuotenumro	Paino kg	GT 24 -palkki	L
075100	5,300	GT 24, L = 0,90 m	918
075120	7,100	GT 24, L = 1,20 m	1214
075150	8,900	GT 24, L = 1,50 m	1510
075180	10,600	GT 24, L = 1,80 m	1806
075210	12,400	GT 24, L = 2,10 m	2102
075240	14,200	GT 24, L = 2,40 m	2398
075270	15,900	GT 24, L = 2,70 m	2694
075300	17,700	GT 24, L = 3,00 m	2990
075330	19,500	GT 24, L = 3,30 m	3286
075360	21,200	GT 24, L = 3,60 m	3582
075390	23,000	GT 24, L = 3,90 m	3878
075420	24,800	GT 24, L = 4,20 m	4174
075450	26,600	GT 24, L = 4,50 m	4470
075480	28,300	GT 24, L = 4,80 m	4766
075510	30,100	GT 24, L = 5,10 m	5062
075540	31,900	GT 24, L = 5,40 m	5358
075570	33,600	GT 24, L = 5,70 m	5654
075600	35,400	GT 24, L = 6,00 m	5950



## MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmä

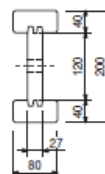
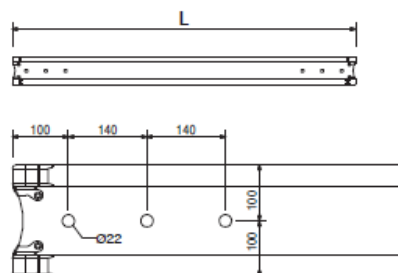
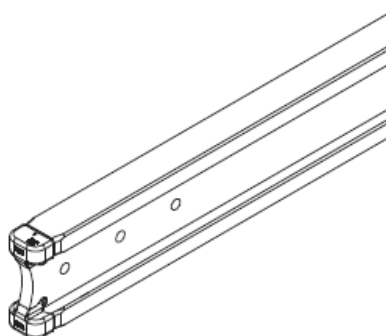
PERI

Tuotenro	Paino kg		L
		<b>VT 20K -palkki teräspäillä</b>	
074990	8,560	VT 20K, L = 1,45 m	1447
074905	12,700	VT 20K, L = 2,15 m	2152
074910	14,460	VT 20K, L = 2,45 m	2452
074890	15,640	VT 20K, L = 2,65 m	2652
074920	17,110	VT 20K, L = 2,90 m	2902
074930	19,470	VT 20K, L = 3,30 m	3292
074940	21,240	VT 20K, L = 3,60 m	3592
074950	23,010	VT 20K, L = 3,90 m	3892
074960	26,550	VT 20K, L = 4,50 m	4492
074970	28,910	VT 20K, L = 4,90 m	4902
074980	34,810	VT 20K, L = 5,90 m	5902

Umpipuupalkit

**Huom:**

Täyttää DIN EN 13377 Luokan P20 vaatimukset.



028870 5,430

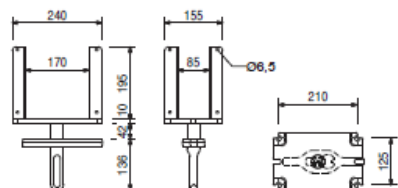
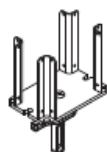
**Pikapudotuspää 20/24, sink.**

Soveltuu sekä yhden että kahden GT 24 – tai VT 20 -palkin tuentaan. Pudotus 4 cm.

**Huom:**

Holvituen päätylapun reiän halkaisijan on oltava vähintään Ø 40 mm.

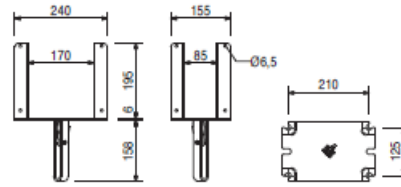
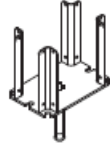
Palkin pään on ylitettävä tuen keskipiste vähintään 16,3 cm (GT 24) ja 15 cm (VT 20).



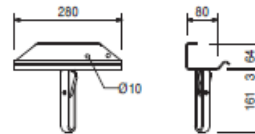
## MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmä

PERI

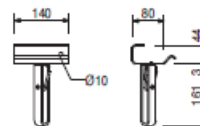
Tuotenro.	Paino kg		
028680	3,190	<b>Tukihaarukat 20/24, sink.</b>	<b>Huom:</b> Holvituen päätylapun reiän halkaisijan on oltava vähintään $\varnothing$ 40 mm. Palkin pään on ylitettävä tuen keskipiste vähintään 16,3 cm (GT 24) ja 15 cm (VT 20).
027890	3,080	<b>Tukihaarukka 20/24 S, sink.</b> <b>Tukihaarukka 20/24, sink.</b> Lukitusvalvalla tai ilman. Soveltuu sekä yhden että kahden GT 24 – tai VT 20 -palkin tuentaan.	



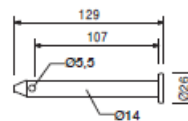
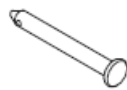
028890	1,650	<b>Välituen haarukat 24, sink.</b>	<b>Huom:</b> Holvituen päätylapun reiän halkaisijan on oltava vähintään $\varnothing$ 40 mm.
028880	1,540	<b>Välituen haarukka 24 S, sink.</b> <b>Välituen haarukka 24, sink.</b> Lukitusvalvalla tai ilman. Tukee yksittäisen GT 24 -palkin mistä kohtaa tahansa ilman nauloja.	



028660	1,040	<b>Välituen haarukat 16/20, sink.</b>	<b>Huom:</b> Holvituen päätylapun reiän halkaisijan on oltava vähintään $\varnothing$ 40 mm.
028670	0,936	<b>Välituen haarukka 16/20 S, sink.</b> <b>Välituen haarukka 16/20, sink.</b> Lukitusvalvalla tai ilman. Tukee yksittäisen VT 20 -palkin mistä kohtaa tahansa ilman nauloja.	



027990	0,150	<b>Liitintappi <math>\varnothing</math> 14 x 107, sink.</b>	<b>Huom:</b> Tukihaarukan kiinnittämiseen holvitukeen.



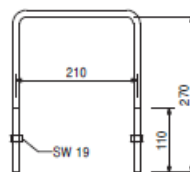
## MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmä

**PERI**

Tuotenro	Paino kg	
018060	0,030	Jousisokka 4/1, sink.

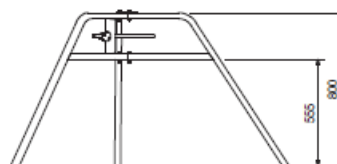
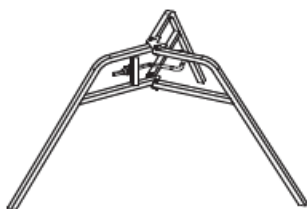


028590	0,568	<b>Tuplaniskasolki 16-25, sink.</b> Kahden GT 24 – tai VT 20 -palkin kiinnittämiseen tukihaarukoihin 20/24 tai 20/24 S.
--------	-------	--



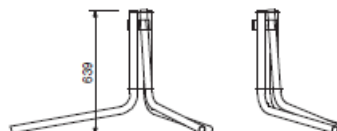
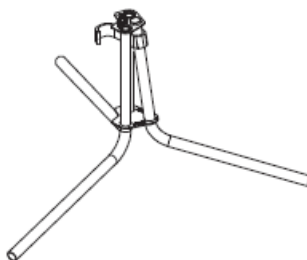
028000	9,170	<b>Universal-asennustuki, sink.</b> Pystytuki holvituille Ø 48 – 120 mm ja 120 x 120 mm halkaisijalla. Voidaan käyttää myös MULTIPROP-jalustan MP 50 yhteydessä.
--------	-------	---

**Huom:**  
Käytetään vain asennustyön helpottamiseksi!



107152	5,810	<b>Kolmijalka PEP Ergo, sink.</b> Pystytuki PEP Ergo -holvituille Ø 44 – 64 mm.
--------	-------	--

**Huom:**  
Käytetään vain asennustyön helpottamiseksi!



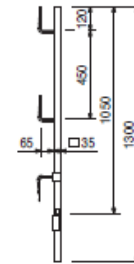
## MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmä

**PERI**

Tuotenro.	Paino kg
116292	4,730

### Kaidetolppa HSGP-2

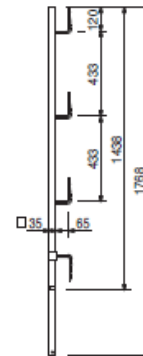
Käytetään kaidetolppana eri järjestelmissä.



061260	6,150
--------	-------

### Kaidetolppa SGP

Käytetään kaidetolppana eri järjestelmissä.



117326	19,700
117327	10,500

### Verkkokaide-elementti PMB

Verkkokaide-elementti PMB 260

Verkkokaide-elementti PMB 130

### Tekniset tiedot

Kaidejärjestelmä väliaikaiseen suojaukseen:  
PMB 260 maks. 2,40 m, PMB 130 maks. 1,20 m.

