

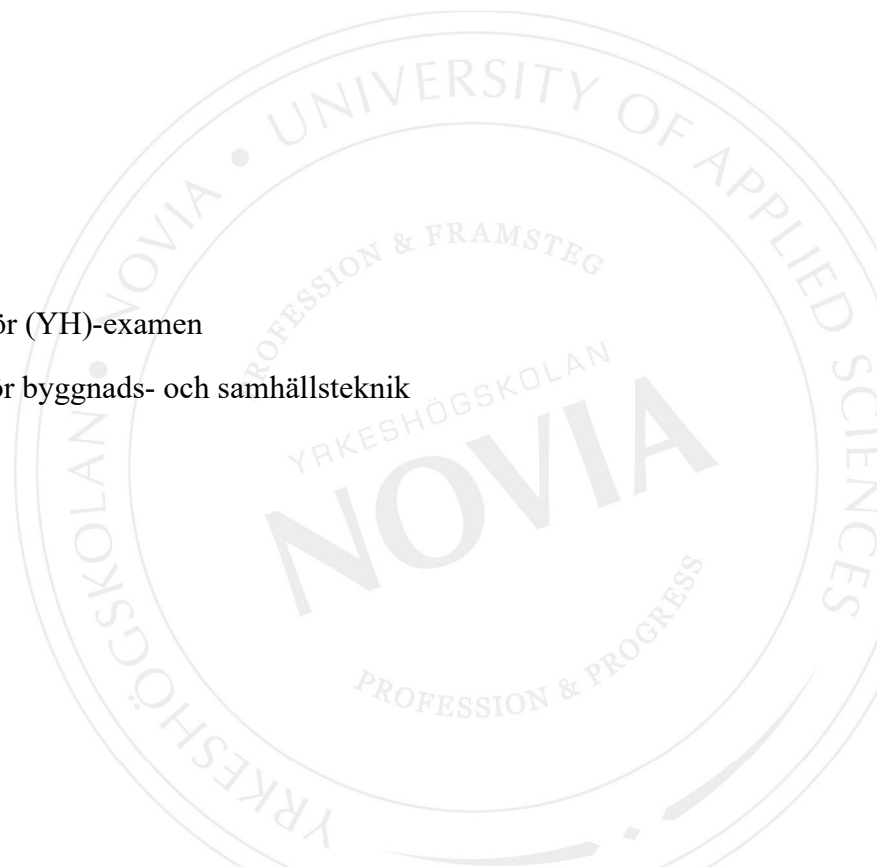
# Pretecs grundskruvar

Zimkan Ismaelsson

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2020



## EXAMENSARBETE

Författare: Zimkan Ismaelsson  
Utbildning och ort: Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik, ingenjör (YH), Raseborg  
Inriktningsalternativ/Fördjupning: Projektering och byggnadskonstruktion  
Handledare: Johan Degerlund Yrkeshögskolan Novia Raseborg, Oskar Lindström, Ramboll Finland och Mikael Lindberg, Pretec Finland  
Titel: Pretecs grundskruvar

---

Datum 5.5.2020

Sidantal 53

Bilagor

---

### Abstrakt

Detta är ett samarbete mellan Ramboll Finland och det företaget Pretec Finland Oy Ab.

Examensarbetet handlar om Pretecs grundskruvar samt om hur grundskruvar och grundskruvsförband är uppbyggda och fungerar. Inom konstruktioner betyder skruvförband sammanbindning av olika komponenter med hjälp av skruvar. Ett felberäknat, fel dimensionerat ,felmonterat förband eller en dålig produktkvalitet kommer förr eller senare leda till katastrofala olyckor och möjligtvis få stora kostsamma konsekvenser. Arbetet innehåller information om vad som måste beaktas och ingå vid dimensionering och installering av grundskruvar.

Pretec Finland Oy Ab som är beställare av arbetet vill med arbetet också bevisa att deras grundskruvar har vad det krävs för att konkurrera med de andra välkända företagen. I samband med detta arbete beställde Pretec ett räkneverktyg som underlättar kundens dimensionering av grundskruvar samt möjliggör att kunden kan använda specialmått av grundskruvar för att uppnå tillräcklig kapacitet utan att till exempel behöva gå upp i storlek av grundskruv. På så vis vill Pretec optimera dimensioneringen, vilket i sin del har flera fördelar. För detta samlades all nödvändiga data för dimensionering av grundskruvar in, varefter tillverkningen av Excell-räkneverktyget påbörjades.

Resultatet blev dimensioneringsanvisningar innehållande formler för dimensionering, jämförelser mellan grundskruvars kapaciteter för de olika tillverkarna samt ett Excel-baserat dimensioneringsverktyg för grundskruvar. Säkerhetskoefficienter, termer och uppställningen av formlerna uppfyller standarden för Eurokod och CEN.

---

Språk: svenska

Nyckelord: grundskruv, skruvförband, skruv

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Zimkan Ismaelsson
Koulutus ja paikkakunta:	Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK), Raasepori
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:	Rakennesuunnittelu
Ohjaajat:	Oskar Lindström, Ramboll Finland, Mikael Lindberg Pretec Finland Oy Ab, Johan Degerlund, Yrkeshögskolan Novia Raasepori.

Nimike: Pretec:n peruspultit

---

Päivämäärä	5.5.2020	Sivumäärä	53	Liitteet
------------	----------	-----------	----	----------

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Ramboll Finlandin ja Pretec Finland Oy Ab kanssa.

Työni aiheena on Pretec:n perusruuvit ja se, kuinka perusruuvit ja perusruuviliitokset on suunniteltu ja kuinka ne toimivat. Rakenteissa ruuviliitokset tarkoittavat eri komponenttien yhdistämistä ruuvien avulla. Virheellisesti laskettu, väärin mitoitettu, väärin asennettu liitos tai huono tuotteen laatu saattaa johtaa katastrofaalisiin onnettomuuksiin ja mahdollisesti kalliisiin seurauksiin. Opinnäytetyö sisältää tietoa siitä, mitä tulee huomioida perusruuvien suunnittelussa ja asennuksessa.

Työn toimeksiantaja Pretec Finland Oy Ab halusi myös todistaa, että heidän perusruuveillaan on mahdollisuudet kilpailla muiden tunnettujen yritysten kanssa. Tämän työn yhteydessä Pretec-konserni tilasi laskentatyökalun Exceliin, joka helpottaa asiakkaan laskentaa ja antaa asiakkaalle mahdollisuuden käyttää erityismittoja perusruuviin, jotta riittävä kapasiteetti saavutetaan ilman, että valittaisiin isompi perusruuvi. Tällä tavalla Pretec haluaa optimoida mitoituksen, jolla on puolestaan useita etuja. Keräsin kaikki tarvittavat tiedot perusruuvien mitoituksesta, minkä jälkeen aloin tehdä Excel-laskentatyökalua.

Työn tuloksena oli mitoitusohje, joka sisälsi mitoituskaavat, vertailut eri valmistajien perusruuvien kapasiteetteihin ja viimeiseksi Excelissä valmistetun perusruuvien mitoitustyökalun Pretec:n asiakkaalle. Turvakertoimet, termit ja kaavat ovat Eurokoodien ja CEN:n mukaisia.

**BACHELOR'S THESIS**

Author: Zimkan Ismaelsson  
Degree Programme: Construction Engineering, Raasepori  
Specialization: Structural engineering  
Supervisors: Johan Degerlund, Novia University of Applied Sciences Raasepori, Oskar Lindström, Ramboll Finland, Mikael Lindberg Pretec Finland Oy Ab.

Title: Foundation screws

---

Date 5.5.2020                      Number of pages 53                      Appendices

---

**Abstract**

This thesis is a cooperation with Ramboll Finland and Pretec Finland Oy Ab.

My thesis is about Pretec's foundation bolts and how foundation bolt joints are designed and function. In constructions, screw joints mean the joining of various components by means of screws. A miscalculated, incorrectly dimensioned, incorrectly assembled joint or a poor product quality will sooner or later lead to catastrophic accidents and possibly costly consequences. This thesis contains information on what must be considered and included in the design and installation of foundation screws.

Pretec Finland Oy Ab, that is the commissioner of the thesis, also wanted to prove that their foundation screws have what it takes to compete with the other well-known companies. In connection with this thesis, Pretec ordered a foundation bolt calculation tool as well that facilitates the customer's calculation and enables them to use special dimensions of foundation screws to achieve sufficient capacity without, for example having to scale up in bolt size. In this way Pretec wants to optimize the bolt screw which in its part has several advantages. I collected all the necessary data for dimensioning of the foundation screws, after which I started to make the Excel calculation tool.

The result of my work is a measurement instruction that contains formulas for sizing, comparisons between the foundation screws capacities for the different manufacturers and a foundation bolt calculation tool made with Excel. Safety coefficients, terms and formulas are all accordant with the Eurocode and CEN standards.

---

Language: swedish      Key words: foundation bolt, bolted joint, bolt

---



## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	5
1.1	Bakgrund .....	5
1.2	Historia.....	5
2	Mål.....	6
3	Standarder .....	7
4	Allmänt om skruvförband.....	10
4.1	Skruvförband i Norge och Sverige .....	12
4.1.1	Skruvförband i Norge.....	13
4.1.2	Skruvförband i Sverige .....	13
5	Grundskruvar.....	14
5.1	Installation av grundskruvar .....	15
5.1.1	Schablon .....	15
5.1.2	Position och toleranser .....	16
5.1.3	Förankring av grundskruvar.....	16
5.2	Grundskruvens brottstyper.....	20
5.3	Pretecs grundskruvar .....	21
5.3.1	Tekniska data om komponenterna.....	24
6	Dimensionering av Pretecs grundskruvar.....	26
6.1	Kapaciteter.....	26
6.2	Dimensionering.....	27
6.3	Pretec grundskruvarnas hållfasthet.....	32
6.4	Pretec grundskruvarnas belastningsfall .....	34
6.5	Ingjutningsdjup .....	36
6.6	Anvisningar för installation av Pretecs grundskruvar.....	37
6.7	Branddimensionering.....	37
7	Jämförelse mellan Pretecs och konkurrenternas grundskruvar .....	38
8	Räkneverktyg i Excel.....	44
9	Tillverkning av grundskruvar .....	46
10	Slutsats.....	50
11	Källförteckning .....	51

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Pretec Finland Oy Ab:s VD och ansvarsperson Mikael Lindberg kontaktade Ramboll Finland gällande ett arbete. Pretec vill komma in på den finska grundskruvsmarknaden och vill med hjälp av Ramboll göra en bilaga till deras produkter som går att marknadsföra. Denna begäran av Pretec kom vid ett lämpligt tillfälle då jag ännu inte hade hittat ett ämne för mitt examensarbete. I arbetet ska det ingå en broschyr på ca fem sidor som ska skrivas på finska, en bilaga med alla egenskaper om grundskruven och ett räkneprogram som skulle göras med hjälp av Excel. Broschyren kommer visa att Ramboll som tredje-part har granskat och godkänt beräkningarna för Pretecs grundskruvar. Arbetet kommer huvudsakligen att handla om grundskruvar. I mitt examensarbete jämför jag de grundskruvar som redan används i den finska konstruktions marknaden med Pretecs och därmed kolla om Pretecs grundskruvar kan konkurrera mot de andra grundskruvstillverkarna.

## 1.2 Historia

Pretec Group AS grundades år 1985 och är ett norskt företag som tillverkar och återförsäljer bland annat ingjutningsgods för betongindustrin. Pretec Group består av flera bolag som finns i Sverige, Danmark, Kina, Finland, Belgien och Indien. Sedan 1985 har Pretec expanderat produktsortimentet betydligt. Pretec levererar nuförtiden monteringsgods, ingjutningsgods, kemiska produkter för betongindustrin, dragstänger och en massa produkter för tunnelindustrin. Pretec Finland är en av de mindre enheterna i Pretec Finland Oy Ab som drivs av en tre-mannagrupp som består av Mikael Lindberg VD, Magnus Lindberg och Janne Johansson vid ett lager i Sjundeå. Pretecs huvudsakliga målgrupper är mekaniska industrier och prefabriceringsindustrier. Pretec är en certifierad EN 1090–1 firma och är behörig för att CE-märka stålprodukter som utsätts för laster. Certifieringen gäller även grundskruvar och andra ingjutningsgods. (Pretec, 2019)



**Figur 1.** Bild på Pretec Finlands lager i Sjundeå. (Pretec, 2019)

## 2 Mål

Målet med detta arbete är jämföra de olika tillverkarnas grundskruvar och därmed visa varför Pretecs grundskruvar har vad det krävs för att kunna konkurrera med de andra tillverkarna, samt visa beräkningar på hur grundskruvar dimensioneras och vad som ska beaktas. Pretec vill också att jag skulle tillverka ett dimensioneringsverktyg med hjälp av Excel som skulle göra det möjligt för Pretecs kunder att dimensionera grundskruvar och därmed beställa längdspecifika skruvar med just tillräcklig hållfasthet utan att behöva till exempel gå upp i storlek från en M24 till en M30 och i stället förlänga grundskruven så att den uppnår den önskade hållfastheten. Excel-verktyget kommer att beräkna kapaciteten för grundskruvar, där kunden fyller i den nödvändiga informationen i programmet så som hur stort moment som skruven ska klara av och hur stora grundskruvarna ska vara. Det viktiga med programmet är dock att möjliggöra för kunden att bestämma grundskruvarnas längder för att uppnå önskad hållfasthet och optimera utnyttjandegraden.

### 3 Standarder

Standarder handlar i stort sätt om att underlätta arbetet för myndigheter, företag och konsumenter genom att det utarbetats gemensamma regler. Standarder är publikationer som är tillgängliga för alla. Standarder är godkända av standardiseringsmyndigheten eller annan godkänd organisation. Till skillnad från tillämpningen av lagar och förordningar är användningen av standarder frivilliga. I Finland planeras och byggs stålkonstruktioner enligt Eurokod 3 SFS-EN 1993-1-1 (Teräsrakenteiden suunnittelu) samt förband enligt Eurokod 3 SFS-EN 1993-1-8 (Teräsrakenteiden suunnittelu. Liitosten mitoitus). I samband med Eurokoderna måste man följa landsspecifika bestämmelser som i Finland är Finlands byggbestämmelsesamling. Där hittar man mera ingående information om bestämmelser och anvisningar gällande byggnation i Finland. För att kunna använda Eurokoder måste man implementera de nationella bilagorna utgivna av Miljöministeriet. I de nationella bilagorna hittar man värden av de fall som nationen valt ur Eurokoderna, där finns till exempel säkerhetskoefficienter, snölaster, och byggnadens planerade livslängd. För att Eurokodernas dimensioneringskrav ska vara godkända måste det sättas krav på precisionen på arbetsplatsen. Verkstäderna där godsens tillverkas bevisar med CE-märkning att kraven av SFS-EN 1090-1+A1 uppfylls. I SFS-EN 1090-2+A1 standarden hänvisas det referensnormer, var det föreskrivs om bland annat produkter, ytbehandling samt toleranser. Stålets kemikaliska egenskaper granskas också under tillverkningsfasen. I granskningen tillhör drag-, slag-, böj-, hårdhet-, och utmattningsprov. Beroende på resultaten från proven bestäms stålets hållfasthetsegenskaper samt kvalitetsklass. Det finns angivna standarder för varje stålsort i SFS terässtandardit där kraven angår följande aspekter: kemikaliska konsistensen, mekaniska egenskaper, härdning, hårdhet, svetsbarheten, yt-kvaliteten och inre felfriheten. Stålkonstruktioner använder sig av säkerhetskoefficienten  $\gamma_M = 1,1$ , och stålkonstruktionsförbandens säkerhetskoefficient är  $\gamma_M = 1,25$ . Tabellerna nedan visar enligt vilka standarder och normer som används i Finland vid dimensionering av grundskruvar samt vilka andra länder som använder Eurokoder. (SFS-EN 1993-1-8 ; SFS-EN 1993-1-1)

**Tabell 1.** I Finland används följande normer för dimensionering av grundskruvar.

SFS-EN 1991-1-1+NA	Rakenteiden Kuormat. Osa 1-1. Yleiset kuormat. [5]
SFS-EN 1992-1+NA	Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
SFS-EN 1993-1-1+NA	Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [7]
SFS-EN 13670	Betonirakenteiden toteuttaminen, toteutusluokka 2 tai 3, [17]
CEN/TS 1992-4-1	Design of fasteners in concrete – Part 4-1: General [9]
CEN/TS 1992-4-2	Design of fasteners use in concrete – part 4-2: Headed Fasteners [10]

(Zimkan Ismaelsson)

**Tabell 2.** Standarder för tillverkning av grundskruvar i Finland

SFS-EN 1090–1	Teräsrakenteiden toteutus. Osa 1. Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviontiin. [1]
SFS-EN 1090–2	Teräsrakenteiden toteuttaminen. Osa 1. Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviontiin. [1]
SFS-EN 13670	Betonirakenteiden toteuttaminen. Toteutusluokka 2 tai 3. [17]
SFS-EN-ISO 5817	Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten hitsaus. Hitsiluokat. [11]
SFS-EN 17760–1	Hitsaus. Betoniteräksen hitsaus. Osa 1. Voimaliitokset. [16]

(Zimkan Ismaelsson)

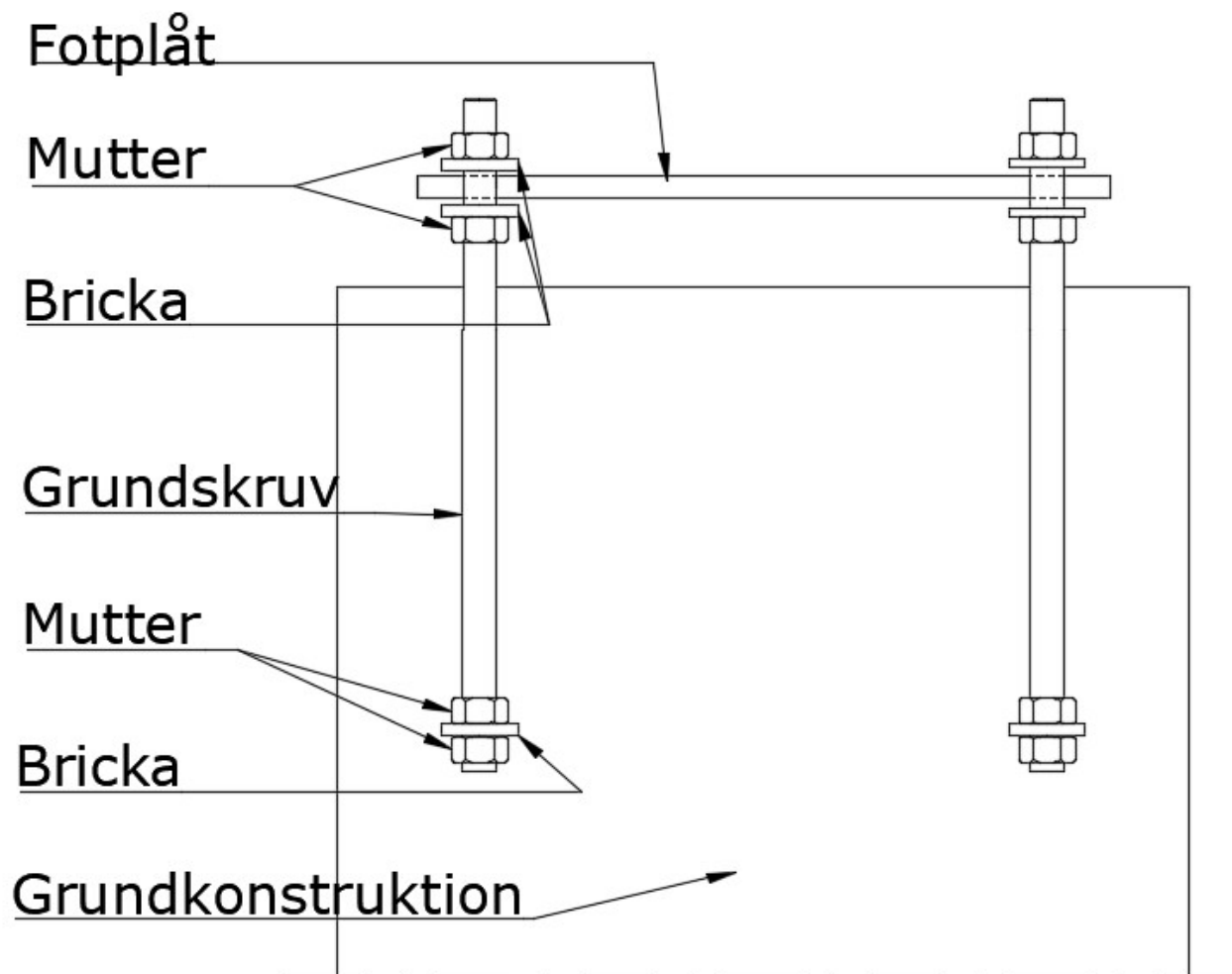
**Tabell 3.** Eurokoder som används i Sverige, Tyskland och Norge.

Vanlig Eurokod	EN-1992-1-1:2004/AC:2010
Sverige	SS-EN 1992-1-1:2005/AC:2010+A1/2014
Tyskland	DIN-EN 1992-1 +NA/2013-04
Norge	NS-EN 1993

(Zimkan Ismaelsson)

## 4 Allmänt om skruvförband

Med skruvförband avses, inom konstruktion, sammanbindning av olika komponenter med hjälp av skruvar. Ett felberäknat, fel dimensionerat eller felmonterat förband eller en dålig produktkvalitet kan leda till katastrofala olyckor med möjligtvis stora kostsamma konsekvenser. Skruvförband är den vanligaste fastsättningsmetoden för stålkonstruktioner i industribyggnader samt andra byggnader. Skruvförband består av pelare, eftergjutning, grundskruv med mutter och fotplåt, se figur 2 och 3. Tillverkarna av skruvförbanden har färdiga tabeller för dimensionering av skruvförband. Trots detta är metoderna som används vid dimensionering av skruvförbanden inte alltid fullständigt pålitliga. Tillverkarnas tabeller för dimensionering är oftast baserad på normala belastningsfall. De mest kända företagen i Finland som tillverkar skruvförband är Peikko Group och Anstar Oy. För att välja rätt produkt är det avgörande att känna till fästelementets hållfasthetsegenskaper samt veta vilka krafter det kan överföra. Tidigare hade alla länder separata bestämmelser och regler vad gällde märkning, materialval, provningsmetoder och hållfasthetskrav. Detta gjorde att det var betydligt svårare att veta om en skruv som var tillverkad i ett annat land hade motsvarande egenskaper som egna landets skruvar, vilket förvirrade användarna. SFS-EN ISO 898-1/AC anger mekaniska och fysikaliska egenskaper av legerade och icke legerade skruvar samt gängstänger. Proven är gjorda i temperaturer från 10 °C upptill 35 °C. Detta betyder att gods som uppfyller kraven för ISO 898 inte nödvändigtvis uppfyller de angivna egenskaperna om temperaturen är för höga eller för låga temperaturer. (Koskela. K. 2007; SFS-EN ISO 898-1/AC)



**Figur 2.** Ritad bild på skruvförband av gängstänger med mutter och bricka som ändförankring, ingjutna i fundament. (Zimkan Ismaelsson)





**Figur 3.** Bild på grundskruvar med schablon ingjutna i grundfundament. (Mittaaaja, 2015)

#### 4.1 Skruvförband i Norge och Sverige

När jag inledde arbetet stötte jag direkt på ett problem; skulle jag kalla det för skruv eller bult? Jag insåg att i Sverige och Norge används ordet skruv och det väckte frågor direkt. Det jag hittade efter lite nätsurfing var att både bult och skruv är fästansordningar som man använder för att fästa samman material. Bulten är utan gängor och fästs genom dragningskraft, spännstift, friktion eller en saxpinne. Skruven däremot är gängad och man fäster den genom att skruva den i material som man vill fästa samman eller så kan man låsa fast skruven med en mutter. Skillnaden är alltså om de är gängade. Det är dock lite andra skillnader mellan Norge, Sverige och Finland förutom vad man kallar fästansordningar för. I Finland är det vanligt att man i skruvförband använder sig av grundskruvar som är gjorda av armeringsjärn, medan man i Norge och Sverige använder huvudsakligen grundskruvar som är gjorda av gängstänger. Orsaken att vi i Finland har armeringsjärn som standardmaterial till våra grundskruvar beror kanske mest på att Peikko Group som är det största företaget i Finland har gjort ett så gott arbete med att marknadsföra grundskruvar av armeringsjärn att det blivit standard.

#### 4.1.1 Skruvförband i Norge

Skruvförband i Norge är väldigt lika skruvförbanden i Finland. Den största skillnaden är att de använder gängstänger som grundskruvar i stället för armeringsjärn, som vi i Finland använder. Vid dimensionering av skruvförband i Norge gäller följande Eurokoder.

NS-EN 1990:	Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1991:	Eurokode 1: Laster på konstruksjoner
NS-EN 1993:	Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner

För utföring av stålkonstruktioner gäller följande:

NS-EN 1090-2:	Utførelse av stålkonstruksjoner av konstruksjoner Del 2: Tekniske krav til stålkonstruksjoner
---------------	--

#### 4.1.2 Skruvförband i Sverige

Skruvförbanden i Sverige är också väldigt lik Finlands. I Sverige används också gängstänger till skruvförbanden istället för armeringsjärn. Vid dimensionering av skruvförband i Sverige gäller följande Eurokoder

SS-EN 1990, Eurokod :	Grundläggande dimensionerings regler för bärverk
SS-EN 1991, Eurokod 1:	Laster på bärverk
SS-EN 1992, Eurokod 2:	Dimensionering av betongkonstruktioner
SS-EN 1993, Eurokod 3:	Dimensionering av stålkonstruktioner

Krav på utförande fås av standarden:

SS-EN 1090. Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner-Del 2: Stålkonstruktioner (SBI, Stålbyggnadsinstitutet, 2011)

## 5 Grundskruvar

En grundskruv är stål gods som gjuts in i betong som har som uppgift att leda de krafter som kommer från sammankopplade konstruktioner ner längs grundskruven in i grundkonstruktionerna. Grundskruvarna är vanligtvis gjorda av armeringsstål av kvalitet B500B där kamstålet först kapas till rätt längd, sedan för man stången till en valsmaskin där kammarna skalas ner, därefter gängas stången med en metrisk gänga. Ungefär en tredjedel blir gängad och andra hälften hålls räfflad med en stansad hatt på ändan. Den räfflade ändan är den som gjuts in i betongen. Den övre gängade delen har som uppgift att med hjälp av muttrar koppla den konstruktion som ska överföra krafterna ner i grunden. Förankringen av grundskruvarna i betongen sker med hjälp av vidhäftning eller med mekanisk förbindning, d.v.s med någon sorts ändförankring. Det finns även grundskruvar utan ändförankring. Grundskruvar utan ändförankring förankras till huvudarmeringen, se figurerna 4, 5 och 11. Pretecs grundskruvar är i sin del gjorda av gängstång med klassen 8.8 och är dimensionerade för statiska laster och krafter, se figur 9. Grundskruven, muttern och brickan måste uppfylla klimatpåfrestningarna samt uppfylla de nödvändiga kraven enligt den planerade livslängden. Gängstänger tillverkas på så vis att ett runt stålmaterial förs igenom en valsmaskin för att få en metrisk gänga, och sedan kapas stången till önskad längd. Grundskruvar är vanligtvis endera varmförzinkade, lätt behandlade eller helt utan ytbehandling. Beroende på kraven kan det också behövas El-förzinkning eller som till exempel hos Pretecs grundskruvar även PC-coating vilket är varmförzinkning + pulvermålning. (Pretec, 2019)



**Figur 4.** Grundskruv av armeringsjärn  
(AhlSELL, 2020)



**Figur 5.** Grundskruv av gängstång  
(Pretec, 2019)

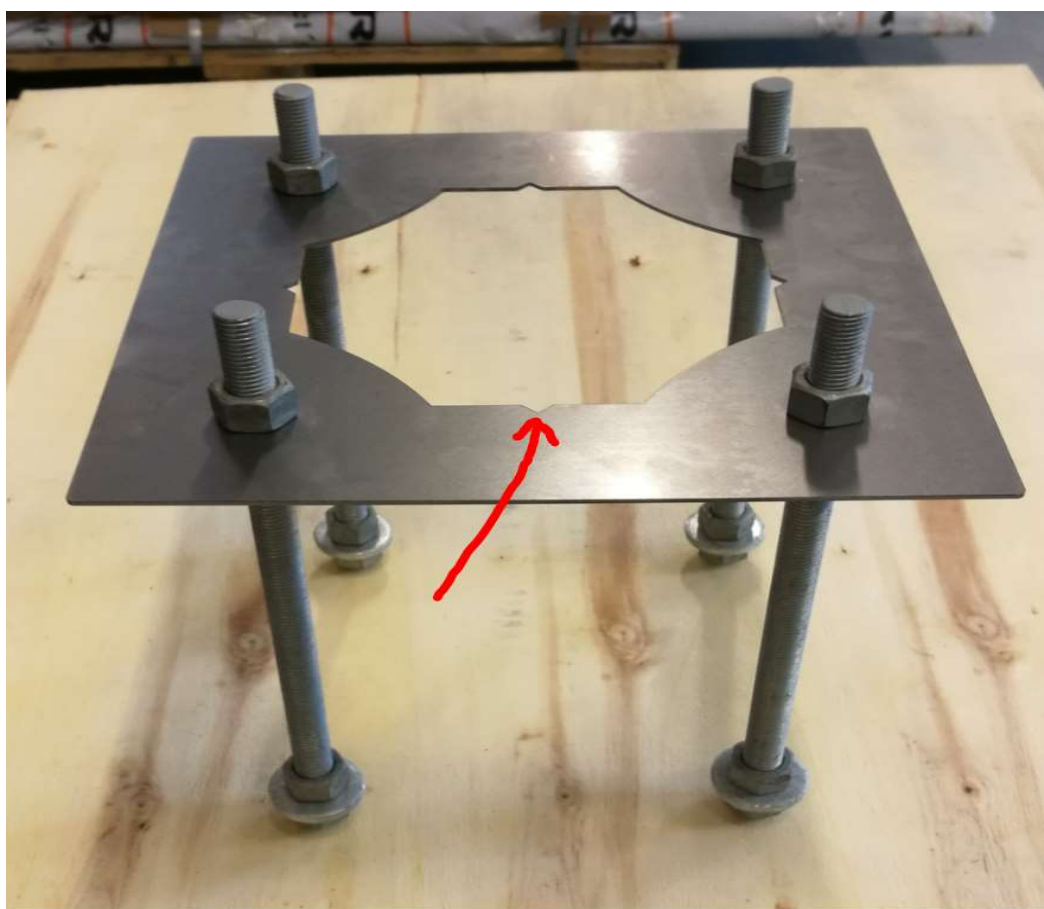


## 5.1 Installation av grundskruvar

När man installerar en grundskruv måste man följa de angivna instruktionerna och anvisningarna. De fästs i den befintliga armeringen. För att underlätta och säkra att avstånden mellan bultarna är enligt anvisningarna kan man använda sig av schabloner som fästs till exempel i gjutformen.

### 5.1.1 Schablon

En skruvgrupp kan monteras så att varje skruv har en enskild schablon eller så kan hela skruvgruppen fästas i en och samma schablon. Med att ha alla skruvar i samma schablon, är det enkelt att kontrollera skruvarnas plats och höjd. Schabloner finns det av olika slag. Det kan färdiga schabloner från stålleverantörens eller så kan det på byggplatsen tillverkas egna. Vid installation av hela skruvgrupper lönar det sig att beställa av stålleverantören färdiga schabloner med tanke på måttens precision. Schablonens korsmått samt sidomått måste vara rätta, så att godkänt resultat kan uppnås. (Jaatinen, J . 2019)



**Figur 6.** Bild på grundskruvar fästa i en installationsschablon. I mitten av schablonen kan man se inriktningmärket med vilken man med hjälp av takymeter och linje-tråd underlättar installationen. (Pretec, 2019)

### 5.1.2 Position och toleranser

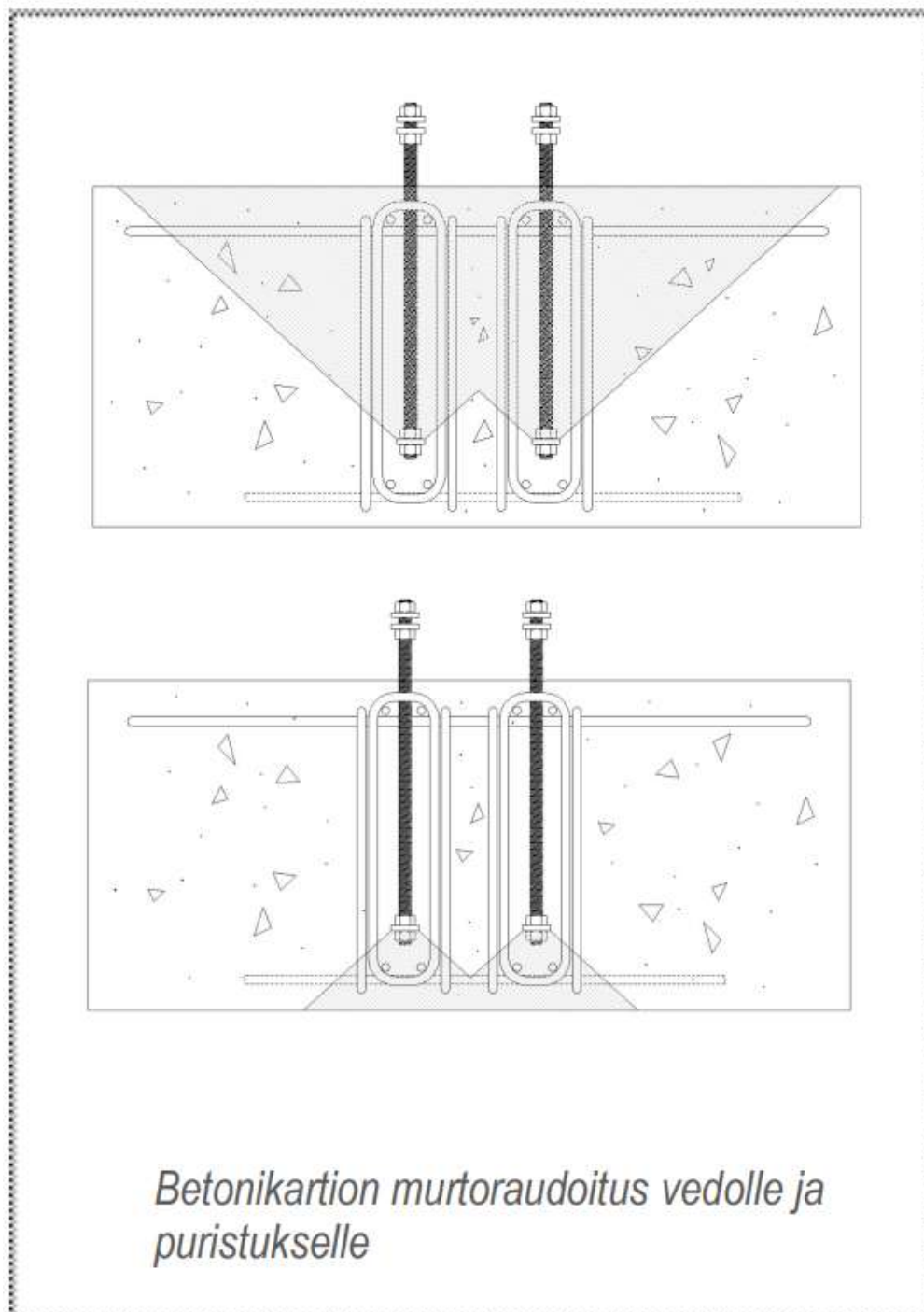
Skruvarnas höjd ska vara på den nivån så att när det är färdigt gjutet får den angivna distansen mellan fotplåtens undre kant och gjutningen inte underskrids. Bultarna ska vara vinkelräta mot platsgjutningen. Vid installationen ska man försäkra att lutnings- och positionstoleranserna uppfylls så att fotplåten säkert passar. Om den beräknade kant- eller centerdistansen inte kan uppfyllas är det möjligt att med hjälp av armering förstärka betongen ytterligare. Förskjutningar av skruvgruppen kan leda till dyrbara korrigeringsarbeten. Enligt SFS-EN 1090-2 ges toleranser för grundskruvars lägen. Standarden säger att ej justerbara grundskruvar måste monteras med en noggrannhet på 3 mm i sidled och för justerbara 10mm. Fotplåten har färdigt 10-15mm större hål. När de undre muttrarna har justerats till rätta höjder så placeras pelaren direkt på brickorna ovanpå muttrarna. Därefter dras muttrarna åt för att förhindra glapp. Om det används passbitar vid montering ska konstruktören dimensionera dem så att uppstående spräckkraft i under- och överdel beaktas. Pelaren får endast kopplas loss från lyftkran då alla muttrar i förbandet dragits fast. (SBI, Stålbyggnadsinstitutet, 2011)

### 5.1.3 Förankring av grundskruvar

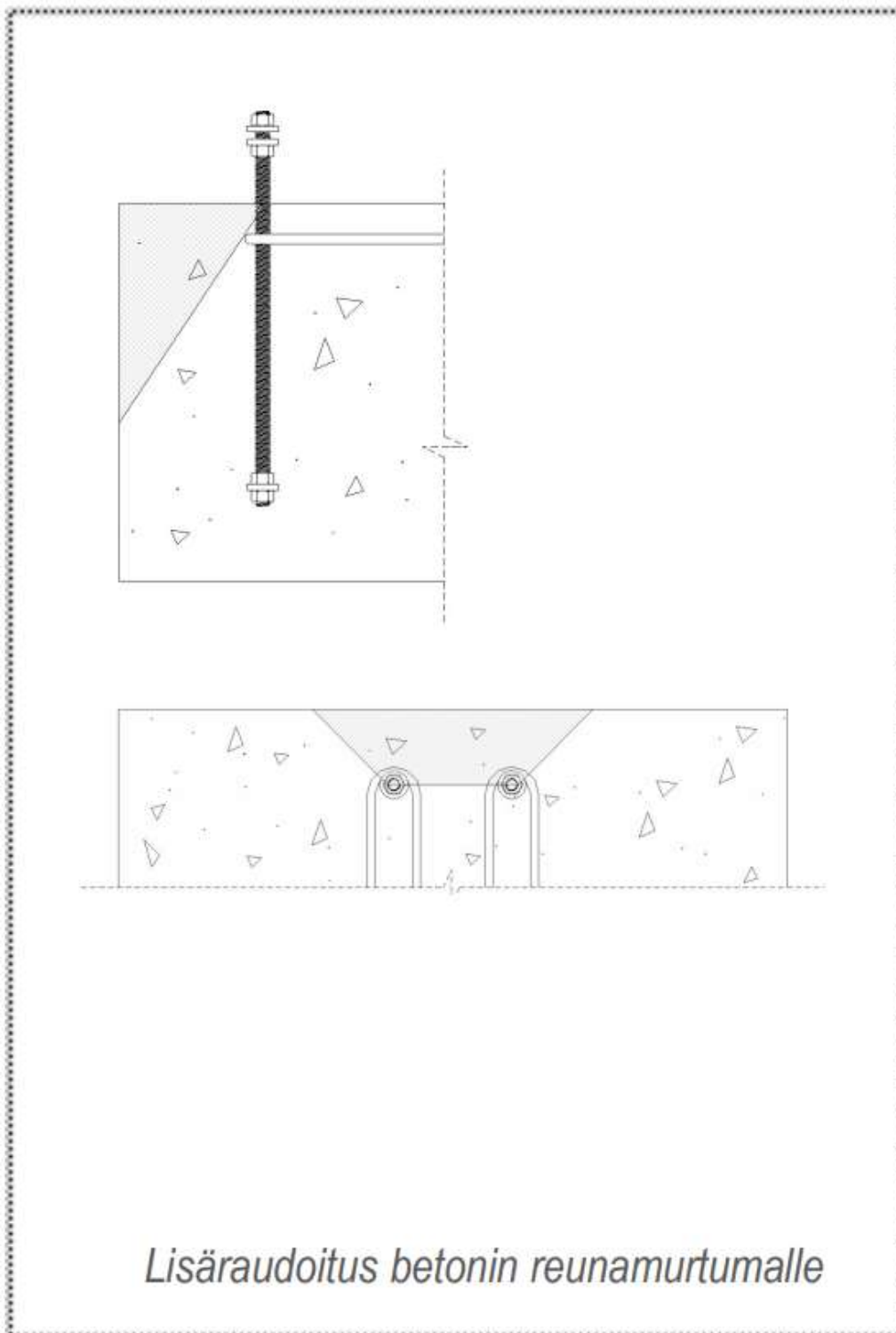
Stänger som är släta har en betydligt sämre vidhäftning, och kan därför bockas med krok eller till u-formad bygel enligt figur 10 b) och d). Det är ytterligare möjligt att förankra grundskruvarna med att ansluta dem till en korg med platt- eller vinkelstål. Den tar dock relativt mycket plats i grundkonstruktionen och kan dessutom försvåra armeringsarbetet. Det är också möjligt att förankra grundskruvarna efter att grundkonstruktionen har gjutits. Man kan med hjälp av till exempel plaströr lätt ordna ursparningar i betongen för att senare gjuta in skruvarna. Det är också möjligt att borra hål i betongen för att förankra grundskruvarna med någon sorts kemisk injekteringsmassa. En fördel med att installera skruvarna i efterhand är att gjutningen inte störs av skruvar som sticker upp och lägesmåttet blir oftast noggrannare. Dock bör inte håltagning ske nära fri kant. Om kraven för kant och centriska avståndet inte uppfylls enligt beräkningarna, kan man förhindra betongen från att spricka enligt armeringsmetoderna i figur 7, 8 och 9 nedan. Anvisningar för tilläggsarmering är angivet i CEN/TS 1992-4-2. (SBI, Stålbyggnadsinstitutet, 2011)

**Viktiga punkter att beakta vid installation:**

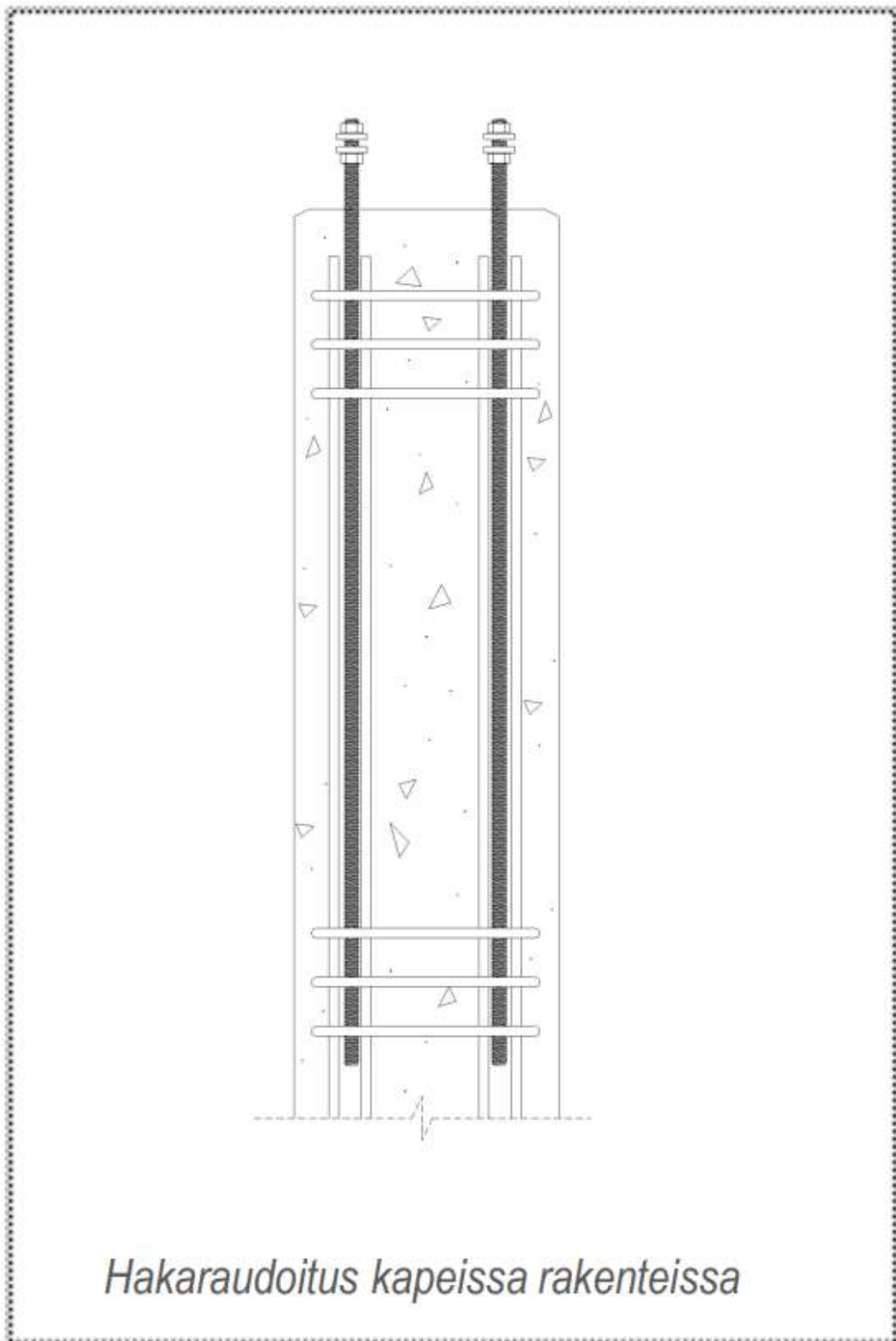
1. Försäkra att det är rätt produkt och att den inte är skadad
2. Försäkra att det är rätt fotplåt
3. Granska position
4. Se till att den nödvändiga armeringen finns
5. Skydda gängorna ända tills skruven installeras
6. Efter gjutning måste positionen granskas eftersom förskjutningar kan ske



**Figur 7.** Tilläggsarmering mot konformat brott i betong från tryck och drag (Pretec, 2019)

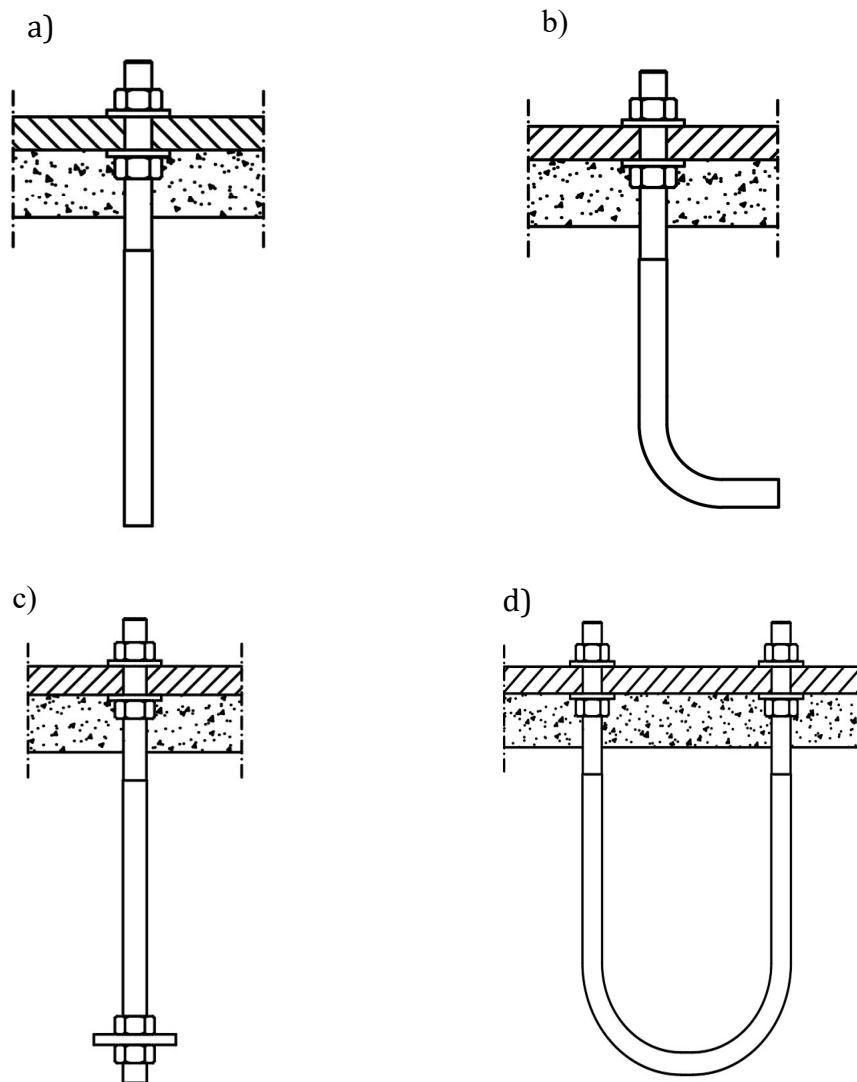


**Figur 8.** Tilläggsarmering mot kantbrott. (Pretec, 2019)



**Figur 9.** Krokarmering i smala konstruktioner. (Pretec, 2019)





**Figur 10.** Olika sätt att förankra ingjutna grundskruvar. (SBI, Stålbyggnadsinstitutet, 2011)

- a) Grundskruv, helgängad eller av armeringsstång, förankring genom vidhäftning
- b) Grundskruv med krok, förankring genom vidhäftning
- c) Grundskruv förankrad med mutter och bricka
- d) Grundskruv bockad till bygel

(SBI, Stålbyggnadsinstitutet, 2011)

## 5.2 Grundskruvens brottstyper

Förankringsgodsets brottstyp beror på de dominerande lasterna, kant-avståndet, förankringsmetod, center-avstånd och förankringsdjupet. De olika brottstyperna är också olika beroende på om förankringsgodset utsätts för drag eller skjuvkraft.

### **Brottstyper för grundskruvar belastade av dragkraft**

1. Brott av stålet
2. Kantbrott i betongen
3. Sprickning av betongen
4. vidhäftningsbrott av förankringen
5. Utdragsbrott av betongen

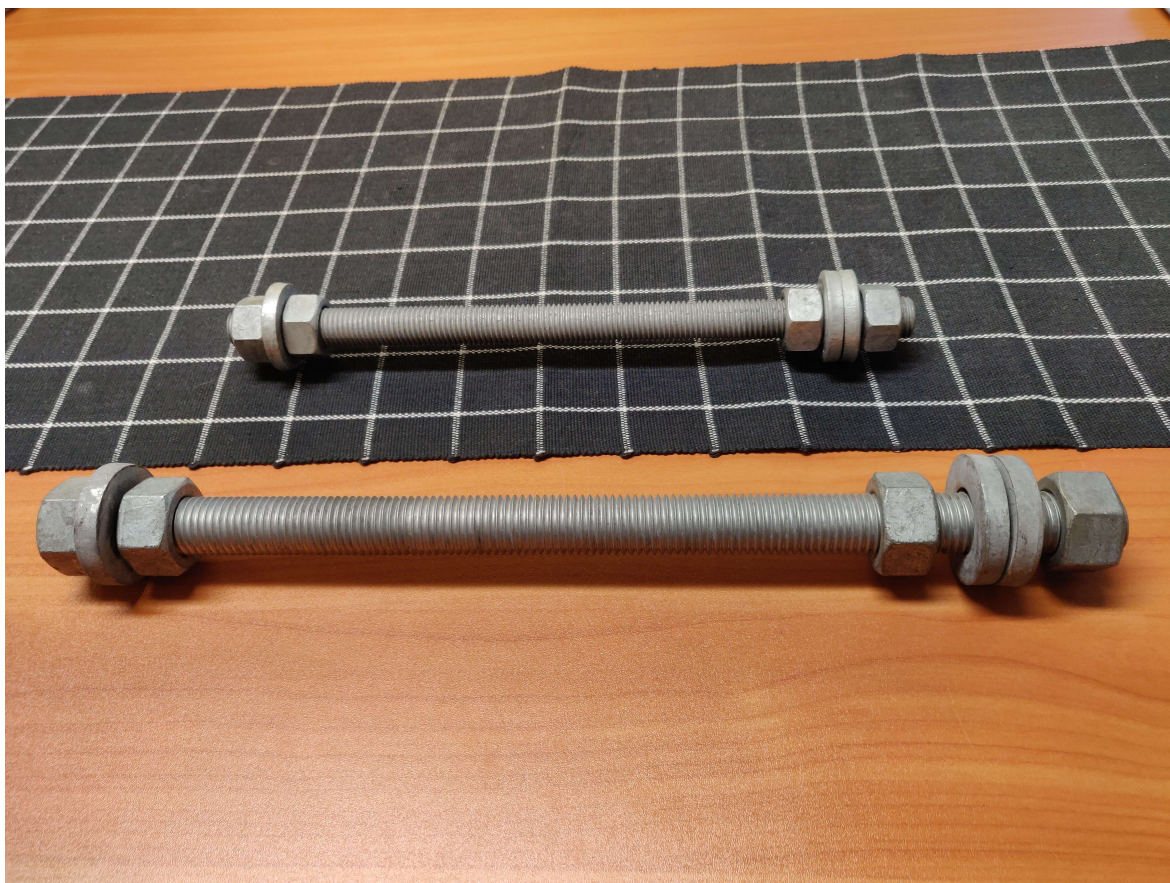
### **Brottstyper för grundskruvar belastade av skjuvkraft**

1. Hörn- eller kantbrott av betongen
2. Brott av stålet
3. Vridbrott av betongen

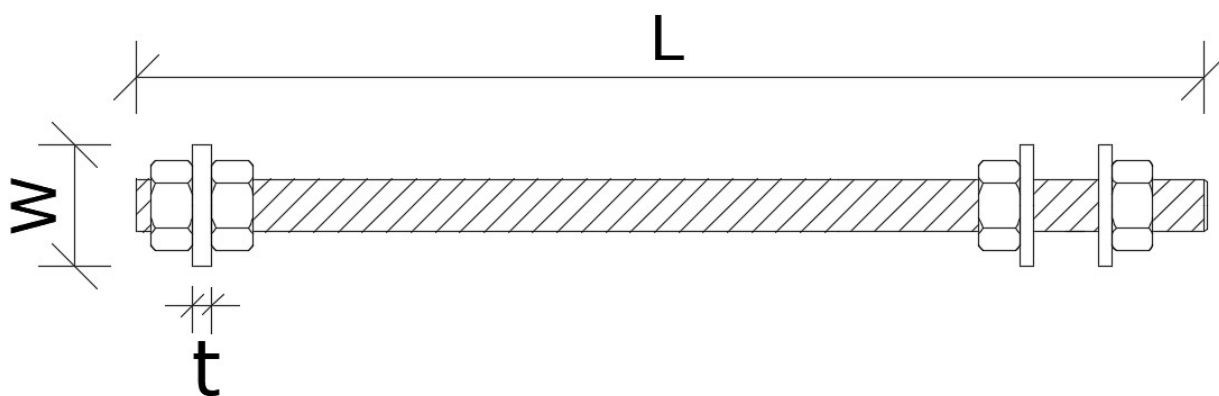
(Koskela, K. 2007)

## **5.3 Pretecs grundskruvar**

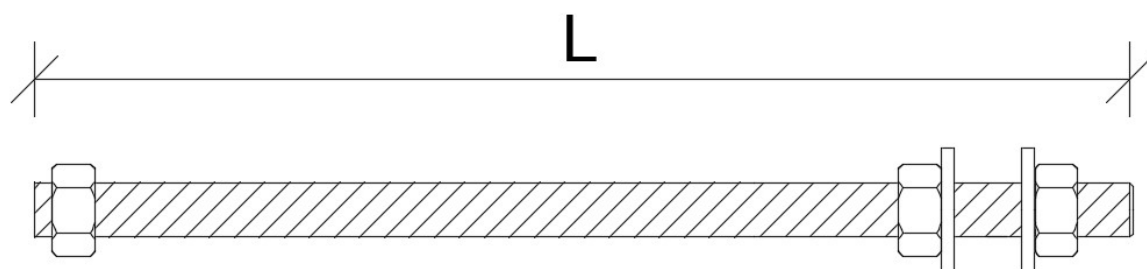
Pretecs grundskruvar tillverkas av gängstänger som är av klass 8.8 och de kapas mekaniskt. Grundskruvarna kan man få som varmförzinkade, El-förzinkade, PC-Coat:ade och obehandlade. PC-Coat:en är en behandling som består av både värmeförzinkning och pulvermålning. Pretecs korta grundskruvar har brickor som låses fast med muttrar eller så har de endast muttrar. Grundskruvarna finns i storlekarna M16, M20, M24, M30 och M39 av fyra olika typer. PPL och PPL+ är de korta modellerna vars kapaciteter och egenskaper motsvarar typiska korta armeringsjärns grundskruvar och de förankras i grunden med gängarnas vidhäftning eller med de eventuella muttrarna i ändorna. För att förhindra muttern från att skruvas löst använder Pretec gänglim eller så förstör de gängorna mekaniskt. PPH är också en av de korta modellerna med den skillnaden att den endast har en mutter som ändförankring och ingen bricka. PPP är långa grundskruvar som överför lasterna till betongkonstruktioner längs med huvudarmeringen eller endast med vidhäftningen av gängorna till betongen. PPP har ingen ändförankring. (Pretec, 2019)



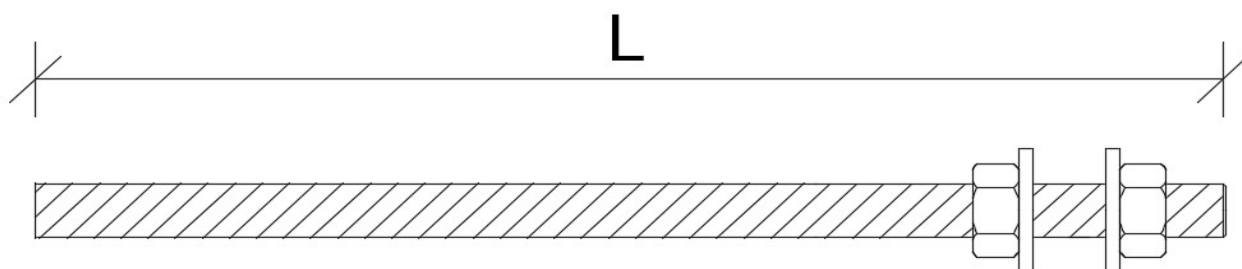
**Figur 11.** Pretecs grundskruvar PPL i storlekarna M20 och M30. (Zimkan Ismaelsson)



**Figur 12.** Grundskruv PPL/PPL+ med mutter och bricka som ändförankring.  
(Pretec, 2019)



**Figur 13.** Grundskruv PPH med endast mutter som ändförankring. (Pretec, 2019)



**Figur 14.** Grundskruv PPP utan ändförankring. (Pretec, 2019)

**Tabell 4.** Mått på Pretecs grundskruvar.

Storlek	1) PPL				1) PPL+	2) PPH	3) PPP
	Förankringsbricka						
	L	W	t	L	L	L	
M16	270 mm	40 mm	6 mm	300 mm	270 mm	750 mm	
M20	330 mm	44 mm	8 mm	370 mm	330 mm	880 mm	
M324	420 mm	50 mm	10 mm	460 mm	420 mm	1000 mm	
M30	500 mm	68 mm	10 mm	570 mm	500 mm	1250 mm	
M39	700 mm	80 mm	10 mm	750 mm	700 mm	1800 mm	

(Pretec, 2019)

### 5.3.1 Tekniska data om komponenterna

De enskilda komponenterna i grundskruven måste uppfylla kraven för de hänvisade standarderna i tabell 5.

Grundskruvar DIN. 976 8.8 St./Zn/HDG/A4-80 eller motsvarande.

Muttrar DIN 934 8.8 St./Zn/HDG/A4-80 eller motsvarande.

Förankringsbricka S235JR, S355JR SFS-EN 10025–2 eller motsvarande

(Pretec, 2019)

**Tabell 5.** Material på Pretec grundskruv

Komponent	Material	Standarder
Skruvstång	Hållfasthets klass 8	DIN 976
Muttrar	Hållfasthets klass 8	DIN 934
Brickor	100 HV	DIN 7349
M39 Brickor	S235JR	EN 10025-2
Förankringsbricka	100 HV	DIN 7349
M39 Förankringsbricka	S235JR	EN 10025-2

(Pretec, 2019)

**Materialegenskaper****Egenskaper av stål av materialklass 8.8 enligt EN ISO 898-1**

$$E_s = 210 \text{ GP}_a$$

Elasticitetsmodul, stål

$$F_{yk} = 640 \text{ MP}_a$$

Draghållfasthet

$$F_{uk} = 800 \text{ MP}_a$$

Brotthållfasthet

$$\gamma_{SN} = \max \left( 1.4, 1.2 \cdot \frac{F_{uk}}{F_{yk}} \right)$$

stålbelastningspartialkoefficient CEN/TS1992-4-1

$$\gamma_{M0} = 1$$

stålpartialkoefficient, EN 1993-1-1

$$\gamma_{M1} = 1$$

Bucklingspartialkoefficient, EN 1993-1-1

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Bultarnaspartialkoefficient, EN 1993-1-8

(Pretec, 2019)

## 6 Dimensionering av Pretecs grundskruvar

### 6.1 Kapaciteter

Pretecs grundskruvars kapaciteter är beräknade enligt följande standarder. I beräkningarna är finska nationella säkerhetskoefficienter beaktade.

#### Stål 8.8 (EN ISO 898–1)

CEN/TS 1992-4-1

CEN/TS 1992-4-2

EN 1993-1-1

EN 1993-1-8

#### Betong C25/30

EN 1991-1-1

EN 1992-1-1

Kapaciteterna är beroende på stålets och betongens hållfasthet. Planeraren måste granska hållfastheten mot det gällande typen av brott i materialet. Om betongens sprickning är den avgörande faktorn, kan man förstärka grundskruvens kraftöverföring till grunden med hjälp av tilläggsarmering.

#### **Pretecs grundskruvar är dimensionerade på basen av följande förhållanden:**

- Minimum betonghållfasthetsklass C25/30
- Icke-sprucken betong
- Stora kantavstånd med hänsyn till kon-sprickning, delning, sidosprängning och kantbrott

$h_{ef}$  = Förankringslängden i gjutningen

För normala krafter: Kant avstånd  $>2 \cdot h_{ef}$ , Avstånd mellan grundskruvarna  $>4 \cdot h_{ef}$

För tvärkraft: Kant avstånd större än minsta värdet av  $10 \cdot h_{ef}$  och  $60 \cdot d$

- Goda förankringsförhållanden enligt EN 1991-1-1, 8.4.2 (2), i.e.  $\eta_1$
- Avståndet mellan betongytan och fotplåten får inte vara större än värdet **u** i tabell 14, 15, 16 och 17.
- För att tvärkapaciteten i det slutliga skedet ska vara tillräcklig måste utrymmet under fotplåten gjutas fullständigt så att alla nödvändiga krav enligt EN 1993-1-8 uppfylls.

- För att uppnå tillräcklig skjuv- och tvärkraftshållfasthet i monteringskedet måste fotplåten anses som momentstyv och både undre och övre muttrarna måste dras åt med nödvändiga moment för att bilda ett momentstyvt förband

(Pretec, 2019)

## 6.2 Dimensionering

En pelarfot är en knutpunkt där en grundkonstruktion av betong möter en pelare. En sådan knutpunkt kan klassificeras att vara endera inspänd, delvis inspänd eller ledad. Knutpunkter kan klassificeras genom dess rotationsstyvhet eller bärförmåga. En knutpunkt med låg rotationsstyvhet eller bärförmåga kan klassificeras som led medan en knutpunkt med stor rotationsstyvhet och momentkapacitet klassificeras som inspänd. En ledad pelarfot dimensioneras för tvärkrafter och normalkrafter av betydelse. Om pelarfoten är inspänd dimensioneras den för moment även enligt andra ordningens teori också. En pelarfot bör konstrueras med fyra grundskruvar för att underlätta monteringen. Med hänsyn till krafter och moment som kan bildas innan man gjutit fotplåten, rekommenderas det inte att använda mindre grundskruvar än M24. Som grundskruv kan man välja gängad rundstång av hållfasthetsklass 8.8 enligt standarderna SFS-EN ISO 898-2. Det är likaså möjligt att använda armeringsstål enligt standard SFS-EN 10025-2 om det föreskrivs på ritning. (SBI, Stålbyggnadsinstitutet)

Nedan finns det formler för beräkningar av en gängad rundstång med mutter och bricka som ändförankring.

### Betongens materialegenskaper enligt EN 1992-1-1

#### Betong

$$f_{cd.cyl} = \frac{\alpha_{cc} * f_{ck.cyl}}{\gamma_c} \quad (6.01)$$

där

$f_{ck.cyl}$  är tryckhållfasthet för cylinder

$f_{ck.cube}$  är tryckhållfasthet för kub

$\gamma_c$  är partialkoefficient för betong

$\alpha_{cc}$  är tid- och lastfaktor



## Skruvens förankring enligt EN 1992-4

$$A_h = (D_{ef}^2 - d^2) * \frac{\pi}{4} \quad \text{Ändförankringens area} \quad (6.02)$$

där

$d$  är rundstångens yttre diameter

$$D_{ef} = \min(NV + 2 * t, D) \quad \text{är effektiva diameter av ändförankring} \quad (6.03)$$

där

$NV$  är bredden på muttern

$t$  är brickans tjocklek

$D$  är diameter av brickan (rund)

## Stålets kapacitet vid belastning av normal kraft

### Bucklingskapacitet av stålet vid belastning av tryckkraft i monteringskedet enligt EN 1993-1-1

$$L_{cr} = 1,2 * (u + d) \quad \text{Bucklingslängden, Euler 5, 1.2 för säkerhet} \quad (6.04)$$

där

$u$  är avståndet från betongens yta till fotplåten, innan gjutning

$$I = \frac{\pi * d_{min}^4}{64} \quad \text{Andra moment av area för minimumdiameter av gänga} \quad (6.05)$$

där

$d_{min}$  är minimumdiameter av gängor, ISO 724

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E_s * I}{L_{cr}^2} \quad \text{Kritisk bucklingslast} \quad (6.06)$$

där

$E_s$ 

är elasticitetsmodul för stål

$$A_{min} = \frac{d_{min}^2 * \pi}{4} \quad \text{Skruvens minsta tvärsnittsarea vid gängade del} \quad (6.07)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A_{min} * \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}}{N_{cr}}} \quad \text{Slankhetsparameter} \quad (6.08)$$

där

 $f_{yk}$  är stålets sträckgräns $\gamma_{M1}$  är stålets partialkoefficient för buckling, EN 1993-1-1

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2) \quad (6.09)$$

där

 $\alpha$  är imperfektions faktor, kurva C. massiva sektionen, >S460

$$\chi = \min \left( 1, \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \right) \quad \text{Reduktionsfaktor för buckling (6.49)} \quad (6.10)$$

$$N_{b.Rd.s} = A_s * \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} * \chi \quad \text{Stålets kapacitet mot buckling (6.47)} \quad (6.11)$$

där

 $A_s$  är spänningsarean av skruven

### Skruvens draghållfasthet enligt CEN/TS 1992-4-2 och EN 1993-1-8

$$N_{t.Rd.s} = \min \left( \frac{A_s * f_{uk}}{\gamma_{SN}}, \frac{0,9 * f_{uk} * A_s}{\gamma_{M2}} \right) \quad (6.12)$$

där

 $A_s$  är arean där gängstången belastas $f_{uk}$  är stålets brottgräns $\gamma_{M2}$  är partialkoefficient för skruvar, EN 1993-1-8

$$\gamma_{SN} = \max \left( 1,4, 1,2 * \frac{f_{uk}}{f_{yk}} \right) \quad \text{är stålets partialkoefficient för drag, CEN/TS 1992-4-1 (6.13)}$$

## Betongens kapacitet mot normal kraft enligt EN 1992–4:2018

För att förenkla kapacitetsberäkningarna antas det att grundskruven är monterad med stora kantavstånd och mellanrum. Alltså kantavstånd och grundskruvarnas mellanrum tas inte i beaktande. De faktorerna måste dock beaktas vid dimensionering av kompletta konstruktioner.

$$h_{ef} = L - l_1 - m - t - l_2 \quad \text{Effektiva förankringslängden} \quad (6.13)$$

där

- L är gängstångens totala längd
- l<sub>1</sub> är längden av gängstång ovanför betongytan
- l<sub>2</sub> är maximala distansen från ändan av gängstången till början av sista mutter
- m är höjden på mutter
- t är brickans tjocklek

$\Psi_{ucrN}$  koefficient för icke sprucken betong

### Utdragskraft enligt CEN/TS 1992-4-2 6.2.4

$$N_{Rd.p} = \frac{6 \cdot A_h \cdot f_{ck.cube} \cdot \Psi_{ucrN}}{\gamma_c} \quad (6.13)$$

### Konbrott av betong enligt CEN/TS 1992-4-2 6.2.4

$$N_{Rd.c} = \frac{k_{cr} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck.cube}}{MPa}} \cdot \left(\frac{h_{ef}}{mm}\right)^{1.5} \cdot \Psi_{sN} \cdot \Psi_{re} \cdot \Psi_{ecN} \cdot \Psi_{ucrN}}{\gamma_c} \quad (6.14)$$

där

- $\Psi_{sN}$  är koefficient för effekten av närliggande kanter
- $\Psi_{re}$  är koefficienten för flagning (endast hef<100mm)
- $\Psi_{ecN}$  är koefficienten för lastexcentricitet

Sidosprängning och klyvning beaktas inte p.g.a. stora kantavstånd c=2\*hef

### Stålkapacitet mot skjuvkraft enligt EN 1992–4:2018 Monteringsskedet, ingen gjutning under fotplåten

$$l = a_3 + e_1 \quad \text{Moment arm} \quad (6.15)$$

där

$e_1$  är lastexcentriciteten

$a_3$  är

$$V_{Rd.s.lever} = \frac{M_{Rd.s} * \alpha_m}{l} \quad \text{motsvarande skjuvkapacitet} \quad (6.16)$$

där

$\alpha_m$  är fästets styvhets faktor. Fäst i fotplåt och betong

$$M_{Rd.s} = \frac{M_{Rk.s}}{\gamma_{M0}} \quad \text{är gängstångens momentkapacitet} \quad (6.17)$$

där

$$M_{Rk.s} = f_{yk} * W_{el} \quad (6.18)$$

där

$$W_{el} = \frac{\pi * d_{min}^3}{32} \quad \text{är elastiska böjningens styvhet} \quad (6.19)$$

#### **Efter färdig montering, gjutet under fotplåt enligt EN 1993-1-8**

$$F_{2.vb.Rd} = \frac{\alpha_b * f_{uk} * A_s}{\gamma_{M2}} \quad \text{Skjuvkapacitet av en skruv} \quad (6.20)$$

där

$$\alpha_b = 0.44 - 0.003 * \frac{f_{yk}}{MPa} \quad (6.21)$$

#### **Betongens kapacitet mot skjuv kraft**

Kapacitet mot sidoutslagsbrott på motsatta sidan från kraftens riktning. Stora kantavstånd är antagna. Vilket betyder att betongkant brott inte är beräknat. (CEN/TS 1992-4-2 6.3.4)

#### **Utslagsbrott enligt CEN/TS 1992-4-2 6.3.4**

$$V_{Rd.cp} = k_1 * N_{Rd.c} \quad (6.22)$$

där

$k_1$  är koefficient beroende på tilläggsarmering. Om det finns tilläggsarmering ska  $k_1$  multipliceras med 0,75

$N_{Rd.c}$  är karakteristiska skjuvhållfastheten av en skruv.

### Dowel action

Med dowel action avses det ökning av skjuvkraft p.g.a. sprucken betong.

$$V_{Rd.dowel} = d^2 * \sqrt{f_{cd.cyl} * \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}} \quad (6.23)$$

## Dimensionerande kapaciteter

### Kapacitet i monteringskedet

$$N_{Rd.inst} = \min(N_{b.Rd.s}, N_{t.Rd.s}, N_{Rd.p}, N_{Rd.c}) \quad \text{Kapacitet mot normalkraft} \quad (6.24)$$

$$V_{Rd.inst} = \min(V_{Rd.s.lever}, V_{Rd.cp}, V_{Rd.dowel}) \quad \text{Kapacitet mot skjuvkraft} \quad (6.25)$$

### Kapacitet efter färdig montering

$$N_{Rd.fin} = \min(N_{t.Rd.s}, N_{Rd.p}, N_{Rd.c}) \quad \text{Kapacitet mot normalkraft} \quad (6.26)$$

$$V_{Rd.fin} = \min(F_{2.vb.Rd}, V_{Rd.cp}, V_{Rd.dowel}) \quad \text{Kapacitet mot skjuvkraft} \quad (6.27)$$

## 6.3 Pretec grundskruvarnas hållfasthet

Grundskruvarnas kapaciteter är bestämda för statiska laster. För dynamiska och utmattande laster enligt fallet och med anpassade säkerhetskoefficienter. Kapaciteterna för Pretecs grundskruvar mot normal- och skjuvkraft finns i tabellerna nedan. (Pretec)

### Kapacitet mot normalkraft (Betong av hållfasthetsklass C25/30)

**Tabell 6.** PPL grundskruvens kapacitet mot normalkraft

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$N_{rd}$ [kN]	71,9	107,5	172,7	230,3	431,5

(Pretec, 2019)

**Tabell 7.** PPL+ grundskruvens kapacitet mot normalkraft.

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$N_{rd}$ [kN]	83,7	130,7	187,7	299,2	509,2

(Pretec, 2019)

**Tabell 8.** PPH grundskruvens kapacitet mot normalkraft.

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$N_{rd}$ [kN]	50,0	78,1	112,5	189,1	323,0

(Pretec, 2019)

**Tabell 9.** PPP grundskruvens kapacitet mot normalkraft.

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$N_{rd}$ [kN]	72,9	108,2	147,9	234,0	416,0

(Pretec, 2019)

**Kapacitet mot skjuvkraft  $V_{rd}$** **PPL, PPL+; PPH och PPP****Tabell 10.** Grundskruvarnas hållfasthet mot skjuvkraft.

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
Färdig konstruktion $V_{rd}$ [kN]	24,3	38,0	54,8	85,7	144,8
Monteringsskedet $V_{rd}$ [kN]	5,0	9,2	14,5	25,8	50,1

(Pretec, 2019)

## 6.4 Pretec grundskruvarnas belastningsfall

Enligt CEN/TS 1992-4-2 ska det genomföras följande granskningar av kapacitet. I tabellerna nedan finns de olika belastningsfallen för Pretecs grundskruvar som måste beaktas (Pretec, 2019)

### Belastade med normalkraft:

#### Dragbelastning

**Tabell 11.** Belastningsfallen av drag som måste beaktas av Pretecs grundskruvar

	Grundskruvens brott	Utdrag	Betongens kantbrott	Betongens sprickning	Betongens kantbrott	Huvudarmeringen ger efter
PPL	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Ej tillämpligt
PPL+	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Ej tillämpligt
PPH	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Skruvförbandet	Ej tillämpligt
PPP	Störst belastade skruv	Ej tillämpligt	Ej tillämpligt	Ej tillämpligt	Ej tillämpligt	Störst belastade skruv

(Pretec, 2019)

#### Tryckbelastning

**Tabell 12.** Belastningsfallen av tryck som måste beaktas av Pretecs grundskruvar

	Grundskruvens brott	Knäckning	Betongens genombrott	Brott i huvudarmeringen
PPL	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Ej tillämpligt

PPL+	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Ej tillämpligt
PPH	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Ej tillämpligt
PPP	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Ej tillämpligt	Störst belastade skruv

(Pretec, 2019)

### Skjuvkraft belastning

**Tabell 13.** Belastningsfallen av skjuv som måste beaktas av Pretecs grundskruvar

	Grundskruvens tudelning	Skruvens böjning	Betongens kantbrott	Betongens vridbrott
PPL	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet
PPL+	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet
PPH	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvförbandet	Skruvförbandet
PPP	Störst belastade skruv	Störst belastade skruv	Skruvför-bandet	Ej tillämpligt

(Pretec, 2019)



## 6.5 Ingjutningsdjup

Längderna för grundskruvarna samt den nödvändiga vidhäftningsytans koefficient och ingjutningsdjup fås ur en rapport av VERITEC. Värden för Pretecs grundskruvar finns nedan. Figur 15 nedan visar vad värden i tabellerna hänvisar till. (Pretec, 2019)

**Tabell 14.** Ingjutningsdjup för Pretecs PPL-grundskruvar

PPL	Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
	$u$ [mm]	50	50	50	50	60
	$h_{ef}$ [mm]	138	183	253	308	466

(Pretec, 2019)

**Tabell 15.** Ingjutningsdjup för Pretecs PPL+ grundskruvar

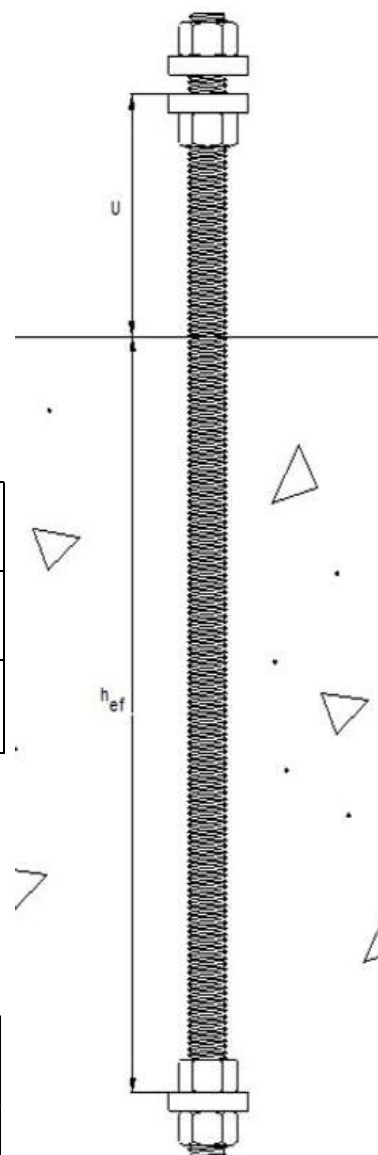
PPL+	Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
	$u$ [mm]	50	50	50	50	60
	$h_{ef}$ [mm]	168	223	293	378	516

(Pretec, 2019)

**Tabell 16.** Ingjutningsdjup för Pretecs PPH-grundskruvar

PPH	Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
	$u$ [mm]	50	50	50	50	60
	$h_{ef}$ [mm]	144	191	263	318	476

(Pretec, 2019)



**Figur 15.**

(Pretec, 2019)

**Tabell 17.** Ingjutningsdjup för Pretecs PPP-grundskruvar

PPP	Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
	$u$ [mm]	50	50	50	50	60
	$h_{ef}$ [mm]	645	765	870	1100	1615

(Pretec, 2019)

## 6.6 Anvisningar för installation av Pretecs grundskruvar

Grundskruvarna installeras så att från gjutningens övre kant, till den kommande ovanstående konstruktionens undre kant inte underskrider tabellens  $u$  värden. Grundskruvarna kan installeras med ett mindre kantavstånd och avstånd mellan grundskruvarna än det som tidigare anvisats  $2 \times h_{ef}$  och  $4 \times h_{ef}$ , då måste det försäkras att det minsta betongskiktetskraven uppfylls och grundskruvarna inte buntas ihop. (Pretec, 2019)

## 6.7 Branddimensionering

Anvisningar för branddimensionering av bultförband görs enligt EN 1992-1-2. Betongskiktets tjocklek påverkar brandtåligheten, men det finns ytterligare åtgärder som kan förbättra det. (Pretec, 2019)

## 7 Jämförelse mellan Pretecs och konkurrenternas grundskruvar

Jag valde att jämföra hållfastheten av grundskruvarna mot de största konkurrenterna inom grundskruvsmarknaden som är Peikko Group, Semko Oy och Anstar Oy. Man hittar väldigt enkelt information och hållfastheten av grundskruvarna på deras hemsidor. Jag kommer att jämföra hållfastheten av konkurrenternas grundskruvar mot Pretecs PPL som jag antar vara mest lik konkurrenternas grundskruvar som är gjorda av armeringsjärn, men inte den starkaste grundskruven Pretec har att erbjuda.

### Pretecs Grundskruv PPL



**Figur 16.** Bild på Pretecs grundskruv. (Pretec, 2019)

**Tabell 18.** Pretecs grundskruv PPL hållfasthet mot normal kraft

Stålsort 8.8 och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$N_{rd}$ [kN]	71,9	107,5	172,7	230,3	431,5

(Pretec, 2019)

**Tabell 19.** Pretecs grundskruv PPL hållfasthet mot skjuv kraft

Stålsort 8.8 och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	M16	M20	M24	M30	M39
$V_{rd}$ [kN]	24,3	38	54,8	85,7	144,8

(Pretec, 2019)

## Peikko Group har grundskruven HPM® L



**Figur 17.** Bild på Peikkos grundskruv HPM® L. (Peikko, 2019)

**Tabell 20.** Peikkos grundskruv HPM® L hållfasthet mot normalkraft  
Stålsort B500B och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
$N_{rd}$ [kN]	62	96	139	220	383

(Peikko, 2019)

**Tabell 21.** Peikkos grundskruv HPM® L dimensionerande hållfasthet mot skjuvkraft  
Stålsort B500B och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
$V_{rd}$ [kN]	20	31	45	72	125

(Peikko, 2019)

## Semko Oy har grundskruven SUJ/L



**Figur 18.** Bild på Semkos grundskruv SUJ/L. (Semko, 2019)

**Tabell 22.** Semkos grundskruv SUJ/L hållfasthet mot normalkraft  
Stålsort B500B och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	SUJ/L 16	SUJ/L 20	SUJ/L 24	SUJ/L 30	SUJ/L 39
$N_{rd}$ [kN]	61,7	96,3	138,7	220,4	383,4

(Semko, 2019)

Semko har inte färdig tabell för dimensionerande värde för skjuvkraft av SUJ/L grundskruvarna utan ger en formel att kunna räkna ut den själv. Formeln är bifogad i slutet av kapitlet.

### <Anstar Oy har grundskruven ATP



**Figur 19.** Bild på Anstars grundskruv ATP. (Anstar, 2020)

**Tabell 23.** Anstar grundskruven ATP hållfasthet mot normalkraft

Stålsort B500B och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	ATP16	ATP20	ATP24	ATP30	ATP39
$N_{rd}$ [kN]	61,6	96,3	138,7	220,3	383,4

(Anstar, 2020)

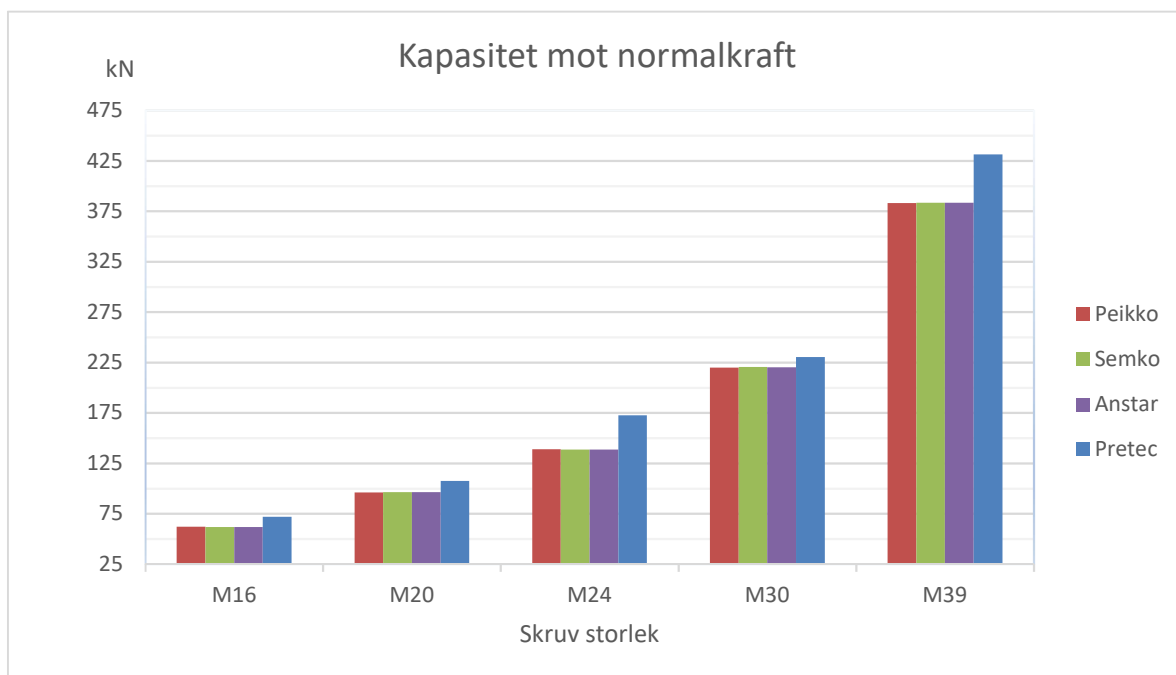
**Tabell 24.** Anstar grundskruven ATP dimensionerande hållfasthet mot skjuvkraft

Stålsort B500B och betong av hållfasthetsklass C25/30

Storlek	ATP16	ATP20	ATP24	ATP30	ATP39
$V_{rd}$ [kN]	28,8	44,9	64,7	102,8	178,9

(Anstar, 2020)

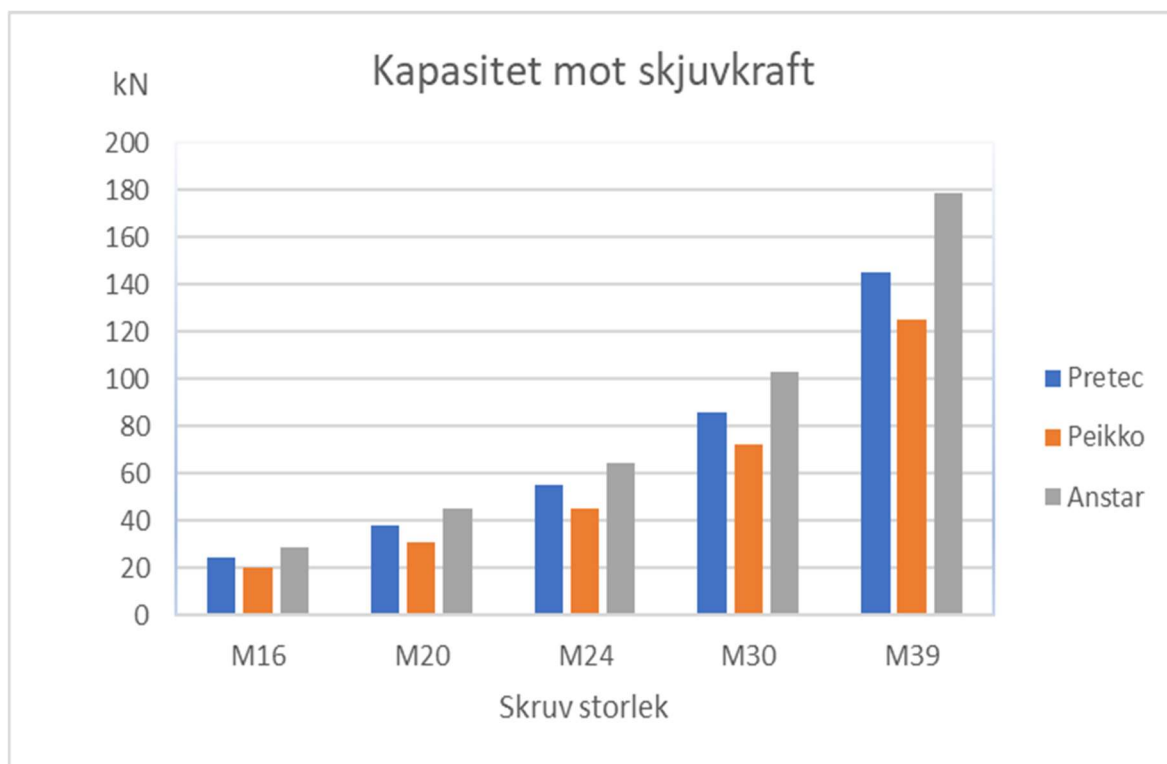
Som man kan se om man jämför tabellerna för de olika grundskruvarnas hållfasthet mot normalkraft ovan samt i figur 20 nedan är att Pretec har högre hållfasthet än alla de andra stora konkurrenterna när det gäller normalkraft. Men om man ser på tabellerna ovan och figur 21 nedan för kapacitet gällande skjuvkraft så har Anstar högre kapacitet. Största orsaken till det till att Pretecs grundskruvar har bättre hållfasthet mot normalkraft är för att Pretecs grundskruvar är gjorda av gängstänger med stålsorten 8.8 med en brottgräns på 800 MPa medan konkurrenterna använder sig av armeringsjärn av stålsorten B500B som har en brottgräns på 500 MPa.



**Figur 20.** Stapeldiagram över de olika grundskruvarnas kapaciteter mot normalkraft  $N_{Rd}$ . (Zimkan Ismaelsson)

Anstars grundskruvar är också gjorda av armeringsjärn men enligt värden de publicerat på hemsidan har de högre kapacitet mot skjuvkraft än de andra stora tillverkarens grundskruvar som också är gjorda av armeringsjärn. Anstar har räknat kapaciteten på deras grundskruvar med hjälp av ett räkneprogram, därmed är orsaken för den högre kapaciteten inte fullständigt klar. Men när jag frågade min sakkunniga arbetskamrat från Ramboll så påpekade han att tjockleken på eftergjutningen påverkar väsentligt skjuvkapaciteten. Enligt tabellen för dimensionerings villkoren som Anstar publicerat på hemsidan använder de sig av värdet  $t_{grou} > 0,5 \cdot D$  för eftergjutningen var  $D$  är nominella diametern för den gängade delen av grundskruven. Det värdet för eftergjutning är mindre än vad andra tillverkare använder sig av vilket kan förklara den ökade kapaciteten. Den vanliga tanken de flesta människor har är

att gängstången kommer att vara dyrare än vad armeringsjärnet, men i detta fall är det inte så. Fördelen med att använda gängstång är också det att konstruktören kan själv dimensionera grundskruven, medan grundskruvar gjorda på armeringsjärn inte har den flexibiliteten att dimensioneras enligt behov och kan leda till att konstruktören blir tvungen att använda kanske inte så optimala grundskruvar. Annat som kanske inte alla tänker på är att med möjligheten att kunna optimera grundskruven används det mindre stål, vilket rakt av är miljövänligare. Förutom att det av ekonomiska eller miljöaspekter lönar sig att optimera möjligast mycket så kan det också innebära ett sämre skruvförband om man överdimensionerar.



**Figur 21.** Stapeldiagram över de olika grundskruvarnas kapaciteter mot skjuvkraft  $V_{Rd}$ . (Zimkan Ismaelsson)

Semko har inte gett ut färdiga värden för skjuvkraft kapaciteten på sina grundskruvar utan ger formeln  $V_{Rd} = V_{ker} * \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}\right)$

där

$V_{Rd}$  = skruvens dimensionerande skjuvhållfasthet

$N_{Ed}$  = skruvens belastande normalkraft (tryck eller drag) brottgränstillstånd

$N_{Rd}$  = skruvens dimensionerande hållfasthet mot normalkraft

$V_{ker}$  = är ett värde från en tabell som är beroende på vilken storlek skruven är (Semko, 2020)



## 8 Räkneverktyg i Excel

För att Pretec ska vara konkurrenskraftigare bestämde de sig för att de vill ha ett räkneverktyg för grundskruvar som underlättar kundens arbete att bestämma vilken grundskruv de behöver. Räkneverktyget valde jag att göra i Excel för enligt mina erfarenheter så är programmet relativt lätt att använda och att tillverka. Jag började med att fylla i all data om alla Pretecs olika grundskruvar i Excel.

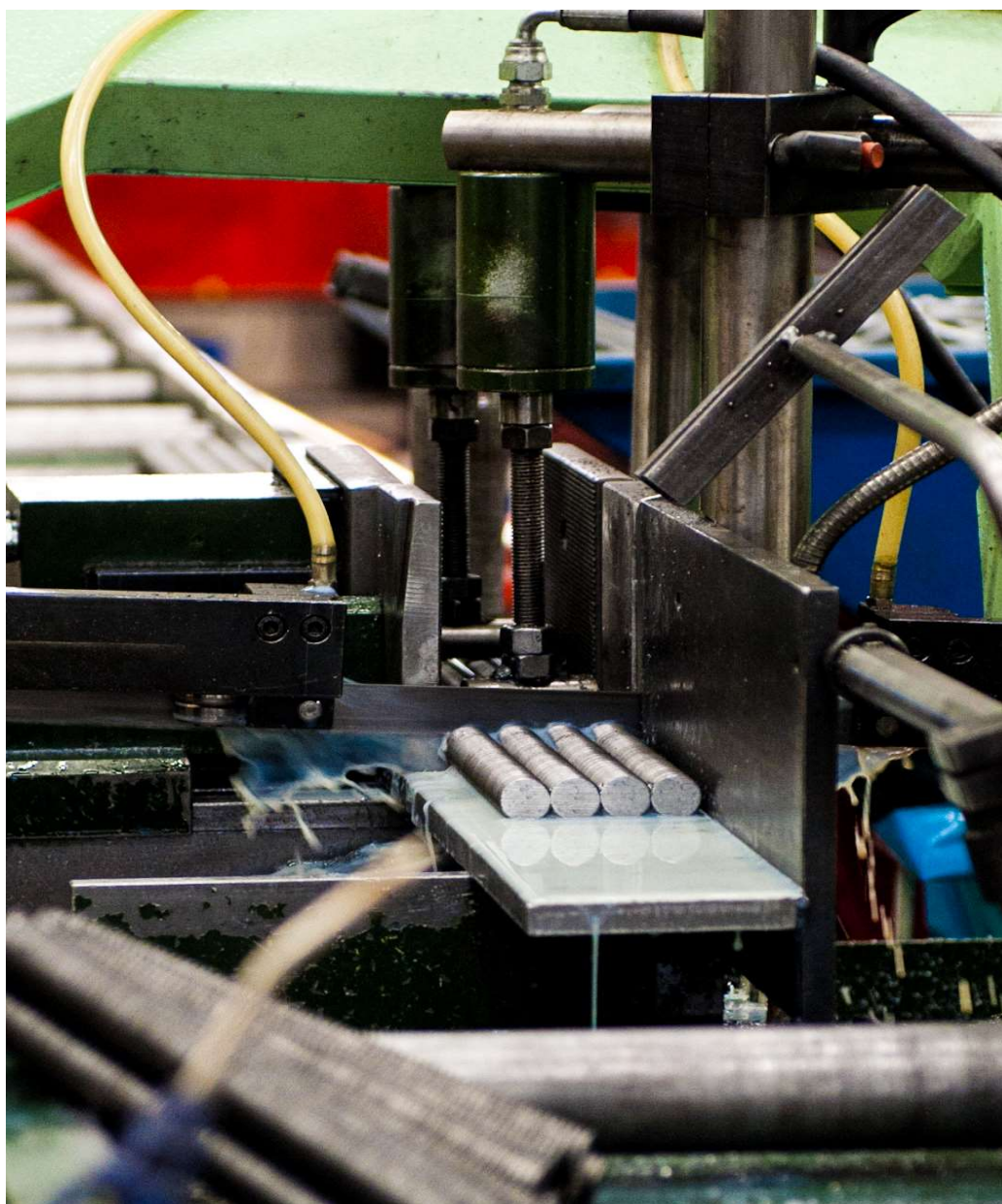
Pretec (Tyyppi 1) Harjateräs pultti + mutteri + priikka (pää ankkurointi)				
Materiaali ominaisuudet				
Teräs				
Teräs 8.8 EN ISO 898-1 mukaan				
Es=	210 000	Mpa		
f <sub>yk</sub> =	640	Mpa		
f <sub>uk</sub> =	800	Mpa		
π	3,141592654			
Y <sub>sn</sub> =max(1.4, 1.2*f <sub>uk</sub> /f <sub>yk</sub> )	1,5			
Y <sub>M0</sub> =	1		Teräs kerroin, EN 1993-1-1 (Partial coefficient steel)	
Y <sub>M1</sub> =	1		Taivutus kerroin, EN 1993-1-1. (Partial coefficient for b	
Y <sub>M2</sub> =	1,25		Ruuvien kerroin EN 1993-1-8,(partial coefficient bolts)	
Betoni C25/30				
f <sub>ck,cyl</sub> =	25	MPa	Puristuskestävyys, sylinteri	
f <sub>ck,cube</sub> =	30	MPa	Puristuskestävyys, Kuutio	
γ <sub>c</sub> =	1,5		Betonin kerroin (Partialkoefficient)	
α <sub>cc</sub> =	0,85		Aika ja kuorma kerroin, EN 1992-1-1, 3.1.6 (Finnish NA)	
f <sub>cd,cyl</sub> =α <sub>cc</sub> *F <sub>ck.cyl</sub> / γ <sub>c</sub>	14,167	Mpa	Sylinterin mitoittava puristuskestävyys (Design streng	
Dimensiot				
L=	470	mm	Kokonais pituus	
L1=	115	mm	Pituus valupinna yläpuolella	
L2=	8	mm	Max pituus pultin päästä viimeisen pultin alkuun.	
m=	19		Mutterin korkeus	
NV=	36	mm	Mutterin leveys, hexagon flat to flat	
d=	24	mm	Pultin ulkohalkaisija, ISO 724	
A <sub>s</sub> =	353	mm <sup>2</sup>		
d <sub>min</sub> =	20,752	mm	harjan min. halkaisija, ISO 724	
u=	50	mm	Etäisyys betonin ja levyn välissä, ennen valaminen	
t <sub>bo</sub> =	20	mm	Pohjalevyn max paksuus	

Figur 22. Skärmbild på Pretec grundskruvarnas data i räkneverktyget. (Zimkan Ismaelsson)

Med tanke på att Pretec vill kunna konkurrera bättre med räkneverktyget på den finska marknaden så var det klokaste valet att göra verktyget på finska. Efter att data om grundskruvarna var registrerat började jag att göra data automatiserat. Det betyder att om man till exempel ändrade på vilken grundskruvstyp eller storlek man valde så ändrade det data i tabellerna jag gjort. Att göra den ifyllda datan automatiserad i Excel är inte det lättaste om man jämför det med Mathcad. Det krävde i vissa fall otroligt långa formler som väldigt lätt kunde gå fel. Excel är i det stora hela ganska enkelt att förstå och använda, med tanke på det kommer kunder som använder räkneverktyget inte ha svårigheter med att använda det. Räkneverktyget kommer inte bifogas i arbetet, på grund av att det ännu hålls konfidentiellt tills det har alla godkännande för att publiceras till marknaden. När den godkänts kommer verktyget att publiceras på Pretecs finska hemsida.

## 9 Tillverkning av grundskruvar

Torsdagen den 3.5.2020 gjorde jag och min handledare från Ramboll ett besök till Pretec Finlands lager i Sjundeå. Mikael Lindberg som är VD för Pretec Finland är kontaktperson för Pretecs del för detta arbete visade runt och vi bekantade oss med kontorsutrymme och hallen där Pretec lagrar och tillverkar sina produkter. Jag fick se de hela gängstängerna som levererats från Pretecs fabriker förrän de kapades till rätta längder. Pretecs stänger kommer i längderna 2–3 meter varefter stängerna kapas med en automatiserad bandsåg till kundens önskade längder. Efter kapningen slipas ändorna så att en mutter kan monteras. Efter slipningen så målas de kapade ändorna med zinkspray för att förhindra korrosion. Muttrar samt brickor monteras också för hand.



**Figur 23.** Kapning av gängstänger med automatiserad band såg. (Pretec, 2020)



Skruvar kan dock komma i en mängd olika storlekar, men tillverkningen är för det mesta lika. Det börjar med att kallsmidas stora ståltrådrollor till rätt storlek och form. Stålkvaliteten är enligt produktionsstandarden ISO898-1. Efter att tråden fått rätt storlek och form förs den med högt tryck igenom en gängmaskin för att gängas. Värmebehandling är en vanlig procedur för alla skruvar, där skruven utsätts för hög värme, så att stålet härdar. Gängningen sker vanligtvis före värmebehandlingen antingen genom valsning eller skärning då stålet ännu är mjukt. Valsning är likt kall-smidning, där skruven förs igenom ett gängat bett och stålet formas till gängstål. När man skär gängor betyder det att man tar bort material från stålet för att bilda gängor. För att värmebehandling förändrar stålets egenskaper som till exempel härdar, vilket betyder att gängningen underlättas och det blir kostnadseffektivt. Däremot gängor som är gjorda efter värmebehandlingen har högre utmattningsuthållighet.



**Figur 24.** Bild på utförd rullgängning av rundstång. (Pretec, 2020)

Ytbehandlingen av en skruv bestäms av användningssyftet och enligt kundens krav. Den största oron med skruvar och dylikt är vanligtvis korrosionståligheten, där det vanligaste lösningen är förzinkning med el-förzinkningsmetoden. El-förzinkningprocessen innebär att man doppar skruven i en vätska som innehåller zink, varefter man tillför elektrisk spänning,

så att zinken bildar en yta på skruven. Det finns dock risker med att använda el-förzinkning som till exempel finns det risk för väteförspridning. Väteförspridning orsakar sprickor, vilka kan förekomma när metaller utsätts för mekanisk spänning och väte. Efter dom stegen är skruven färdig. Det ända som återstår är kvalitetskontroll, var det säkerställs att skruvarna har jämlig och enhetlig kvalitet. (Nord-lock, 2018)

### **En sammanfattning av tillverkningen:**

1. Ståltråd

Rulla ut och raka till tråden, varefter den kapas till rätt längd.

2. Kall-smidning

Stålets formning i rumstemperatur.

3. Gängning

Gängorna formas, endera med valsning eller skärning.

4. Värmebehandling

Skruven behandlas i hög värme, för att härda.

5. Ytbehandling

Beroende på användningssyftet. Zinkbehandling är vanligaste skyddet mot rost.

(Nord-lock, 2018)





**Figur 25.** Bild på Pretecs gängstänger av storlekarna M16, M20 och M39 förrän de kapats till rätta längder. (Zimkan Ismaelsson)

## 10 Slutsats

Grundskruvar och skruvförband är de vanligaste och viktigaste komponenterna för dagens stålkonstruktioner. Ett felberäknat, fel dimensionerat eller felmonterat förband eller en produktkvalitet som inte uppfyller standarderna kan förr eller senare leda till katastrofala olyckor.

Arbetet förklarar vad som måste beaktas vid installering och dimensionering av grundskruvar samt anvisningar på hur de ska utföras. Ytterligare beskriver arbetet vad som är skillnaden mellan grundskruvar i Finland, Sverige och Norge. Skillnaderna är i det stora hela små.

Standarderna finns bland annat för att underlätta arbetet för myndigheter, företag och konsumenter. I Finland bygger vi enligt Eurokoder som planeringstandarder för bärande konstruktioner. Eurokoderna har skilda nationella bilagor för de olika länderna, vilka innehåller bland annat säkerhetskoefficienter för olika laster så som variabel-, snö och olyckslaster. Förutom att planeringen av konstruktionen måste uppfylla kraven i standarderna, måste produkterna också uppfylla krav.

Pretecs grundskruvar är huvudämnet i arbetet. Här framgår tekniska data om grundskruvarna samt enligt vilka standarder och krav de är tillverkade och dimensionerade. Arbetet visar ytterligare grundskruvarnas egenskaper, kapaciteter och installationsanvisningar. För att kunna bevisa att Pretecs grundskruvar kan konkurrera med de andra företagen på finska marknaden jämförde jag kapaciteterna av grundskruvarna mot de största grundskruvstillverkarna i Finland. Resultaten visar att Pretecs grundskruvar har tillräckliga kapaciteter för att kunna konkurrera i den finska grundskruvsmarknaden.

Räkneverktyget som jag tillverkade i Excel ska underlätta dimensioneringen av grundskruvar för Pretecs kunder. Räkneverktyget kommer att också ge möjligheten för Pretecs kunder att specialbeställa optimerade längdspecifika grundskruvar, vilket har många fördelar i konstruktionsplaneringen och så är det rent av miljövänligare.

## 11 Källförteckning

1. Ahlsell (2020) Bild på grundskruv [Online] <https://www.ahlsell.se/10/byggsortiment/betongkomplement/ingjutningsdetaljer/fasplatar-ingjutningssmide/550368-646ba209/> [Hämtat 22.3.2020]
2. Anstar (2020) ATP- ja AHP®- harjateräspulttien käyttöohje [Online] <https://www.anstar.fi/tuotteet/pultit-ja-kengat/> [Hämtat 5.2.2020]
3. Anstar (2020) Bild på ATP® grundskruv [Online] <http://www.anstar.fi/tuotteet/pultit-ja-kengat/> [Hämtat 5.2.2020]
4. Colly Company (1995) *Handbok om skruvförband, andra utgåvan, omarbetad och utvecklad* [Online] [http://www.collycomponents.se/wp-content/uploads/2017/06/HANDBOK\\_skruvförband.pdf](http://www.collycomponents.se/wp-content/uploads/2017/06/HANDBOK_skruvförband.pdf) [Hämtat 20.2.2020]
5. ISO 724 (1993) *ISO general-purpose metric screw threads – Basic dimensions (DIN 13)* [Online] [https://www.engineersedge.com/hardware/metric\\_threads\\_iso\\_724\\_13176.htm](https://www.engineersedge.com/hardware/metric_threads_iso_724_13176.htm) [Hämtat 15.3.2020]
6. Jaatinen, J (2019). *Mittausohje peruspulttien asentamiseen*. Maanmittaustekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. [Online] [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/262069/Jaatinen\\_Jaakko.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/262069/Jaatinen_Jaakko.pdf?sequence=2) [Hämtat 12.4.2019]
7. Koskela, K. (2007). *Peruspulttiliitoksen toiminta ja mitoittaminen eurokoodien mukaan*. Talonrakennetekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. [Online] <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9661/Koskela.Kaarle.pdf?sequence=2&isAllowed=y> [Hämtat 15.2.2020]
8. Mittaaja (2015) Bild på grundskruvar i fundamen [Online] <https://mittaaja.fi/img/peruspultti.jpeg> [Hämtad 25.3.2020]
9. Nord-Lock Group (2018) *Ruuvien Valmistus* [Online] <https://www.nord-lock.com/fi-fi/oivalluksia/tuntemus/2018/ruuvien-valmistus/> [Hämtat 10.4.2020]



10. Pretec (2019) *Pretec peruspulttien käyttöohje* [Online] [https://www.pretec.fi/index.php?option=com\\_attachments&task=download&id=210](https://www.pretec.fi/index.php?option=com_attachments&task=download&id=210) [Hämtat 20.1.2020]
11. Pretec (2019) Bilder på Pretecs grundskruvar [Online] [https://www.pretec.fi/index.php?option=com\\_attachments&task=download&id=210](https://www.pretec.fi/index.php?option=com_attachments&task=download&id=210) [Hämtat 20.1.2020]
12. Pretec (2019) Bild Pretec Finlands lager i Sjundeå [Online] <https://pretec-group.com/wp-content/uploads/2019/06/3.jpg> [Hämtat] 12.3.2020]
13. Pretecs egna material data samt beräkningar
14. Peikko (2019) *HPM®-ankkurointipulttien tekninen käyttöohje* [Online] [https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/qsnQaQ/XEJ7\\_tCEbcT-K2oT2w6j3g/HPM-ankkurointipulttitFI002TMAWeb.pdf](https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/qsnQaQ/XEJ7_tCEbcT-K2oT2w6j3g/HPM-ankkurointipulttitFI002TMAWeb.pdf) [Hämtat 5.2.2020]
15. Peikko (2019) Bild på Peikkos grundskruv HPM® [Online] <https://www.peikko.com/products/product/hpm-rebar-anchor-bolt/> [Hämtat 5.2.2020]
16. SBI Stålbyggnadsinstitutet (2011), Publikation. 183 *Pelarfot, 2 upplagan*. Tryck: Just Nu AB.
17. Semko (2013) *SUJ-Peruspultit, käyttö- ja suunnitteluohjeet. Eurokoodien mukainen suunnittelu* [Online] [https://semko.fi/wp-content/uploads/2017/04/suj\\_peruspulttien\\_kayttoohje\\_ecfzZa.pdf](https://semko.fi/wp-content/uploads/2017/04/suj_peruspulttien_kayttoohje_ecfzZa.pdf) [Hämtat 5.2.2020]
18. Semko (2013) Bild på Semko SUJ grundskruv [Online] <https://semko.fi/en/standard-products/foundation-bolts/suj-foundation-bolts/> [Hämtat 5.2.2020]
19. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.r.y. (1992) *167–2 Teräsrakenteet 2*.
20. SFS-EN ISO 898-1/AC *Kiinnittimien lujuusominaisuudet. Seostamattomat ja seosteräksset. Osa 1: Ruuvien ja vaarnaruuvien lujuusluokat. Vakiokierre ja taajakierre*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [Hämtat 1.3.2020]

21. SFS (2019) *Terässtandardit*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [https://www.sfs.fi/files/1483/Teraskirjanen\\_A5\\_2019-11\\_web.pdf](https://www.sfs.fi/files/1483/Teraskirjanen_A5_2019-11_web.pdf) [Hämtat 15.2.2020]
22. SFS-EN 1992-4-2 (2018). *Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 4: Betonirakenteissa käytettävien kiinnikkeiden suunnittelu*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [Hämtat 15.3.2020]
23. SFS-EN 1992-1-1 Eurocode 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [Hämtat 4.3.2020]
24. SFS-EN 1993-1-8 EUROCODE 3. *Teräsrakenteiden suunnittelu osa 1-8: Liitosten mitoitus*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [Hämtat 6.2.2020]
25. SFS-EN 1993-1-1 EUROCODE 3. *Teräsrakenteiden suunnittelu – Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt*. Suomen standardisoimisliitto SFS [Online] [Hämtat 6.2.2020]