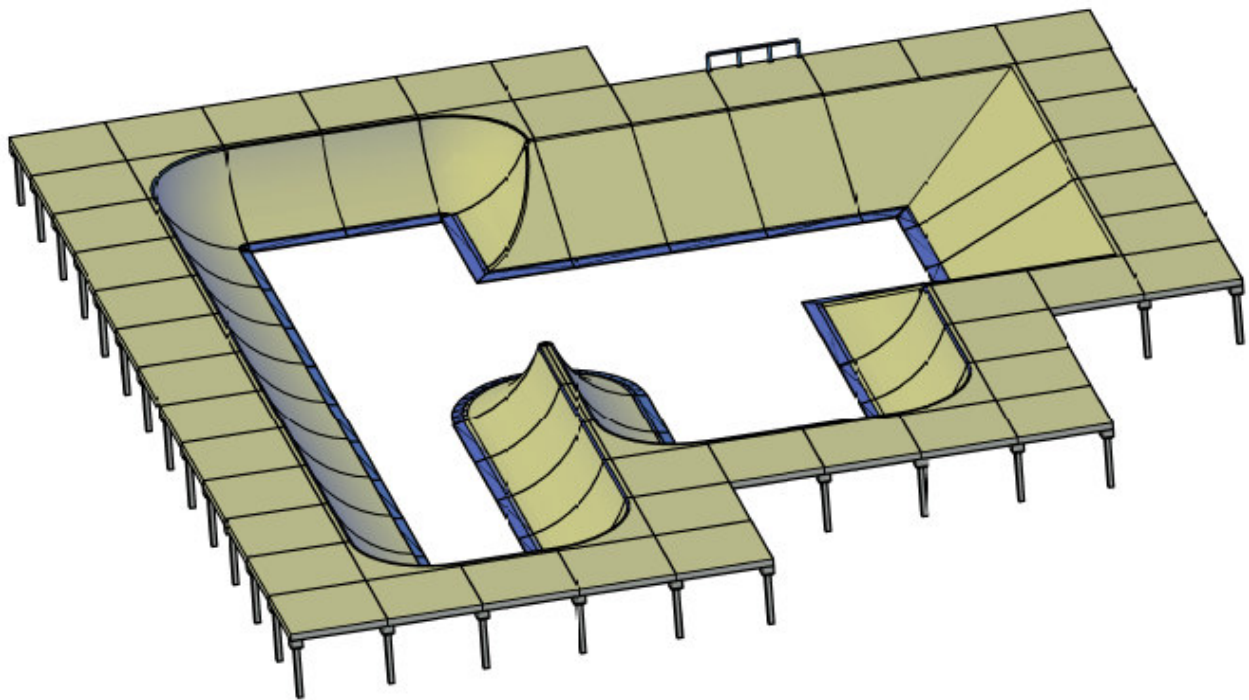




Prefabricerade ramper i stålfiberbetong

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

JACOB JANSSON
MARTIN FAHLMAN

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2007
Examensarbete 2007:63

Prefabricerade ramper i stålfiberbetong

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

JACOB JANSSON, MARTIN FAHLMAN

Prefabricated steel fiber concrete ramps
JACOB JANSSON, 820520
MARTIN FAHLMAN, 830316

© FAHLMAN, JANSSON

Diploma thesis 2007:63
Department of Civil and Environmental Engineering
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Förslag till park

Chalmers
Göteborg, Sweden 2007

Sammandrag

De senaste 20 åren har spontanidrotter som skateboard, bmx och inlines växt lavinartat i Sverige. De är i dag populärare än någonsin och börjar nu konkurrera med stora lagsporter som fotboll och ishockey. När det gått så fort har utvecklingen inte hunnit tillfredställa alla utövare med anläggningar, vilket lett till att de flesta utövare hittar egna platser att åka på så som skolgårdar, gator och torg. För fyra år sen byggdes en betongpark i Linköping vilket ledde till att fler städer följde efter och i dag har fem parker byggts runt om i Sverige. Att bygga dessa parker är kostsamt och det krävs stor kunskap, erfarenhet och mycket tid för att lyckas få en bra form på dem. Det kan fungera bra i storstäder där ekonomin och efterfrågan är större men i mindre kommuner och förorter kan ett billigare alternativ som prefabricerade betongramper behövas.

Den här rapporten tar upp ett nytt sätt att bygg parker och ramper på till ett billigt och med lång livslängd. Rapporten behandlar en hållbar design av prefabricerade rampelement som kan kopplas ihop med varandra och bilda stora parker som kan designas helt efter hur beställaren vill ha den. Arbetet behandlar betongens egenskaper för att den ska passa sporternas förutsättningar och rampernas konstruktion för att göra dem miljövänliga och billiga.

Med inspiration från populära actionparker från Göteborg och dess närområden har ramperna fått sin design. De har tagits fram med hjälp av kombinerat arbete mellan Autocad och beräkningar för att få dem så tunna och komprimerade som möjligt och de har även ritats upp i 3D-cad för att en ovan läsare ska kunna förstå bättre.

Resultatet av rapporten visas i en lista med alla element längre fram i rapporten. Elementen visas i tabeller med dimensioner och tillhörande bilder för att ge ett större perspektiv hur de ser ut och hur de kan kombineras ihop.

Nyckelord: Betong, Prefab, ramp, actionpark och skatepark.

Abstract

Action sports, such as skateboard, bmx, inlines etc. are some of the most growing sports in Sweden right now, and have been so for several years. They now compete with more popular sports like football and ice hockey. Due to the fast expansion, there are not enough areas to ride in so the practitioners take it to the squares and the streets.

Four years ago, the town council of Linköping build a concrete park which lead to that more cities made the same, and today there are five new concrete parks in Sweden. But the parks are very expensive and difficult to build, therefore they are more suitable for larger cities where there is a greater demand and the economy is better. Smaller towns need a corresponding alternative, less expensive and easier to come by, like a pre fabricated concrete park.

This report brings up a new way to build concrete action parks in a price appealing and long lasting way. With some inspiration from popular parks in (and around) Gothenburg the report deals with the design, developing and construction technique of a pre fabricated action park, with the possibility to shape it in your own unique way. The parts are designed in the programme Autocad in both standard and 3-D style.

The result shows a list of all parts in different sizes. Prices, blueprints and general information are also presented.

Keywords: Concrete, prefab, ramp, actionpark, and skatepark.

Förord

Detta examensarbete, som utgör 11 av 120 poäng i Byggingenjörs programmet på Chalmers, har skrivits under vårterminen 2007.Handledare till arbetet har varit Sören Lindgren, Universitetslektor i konstruktionsteknik på Chalmers. Förutom handledaren har ett samarbete med Strängbetong Herrljunga pågått för att ge en mer fördjupad kunskap om betong och gjutteknik.

Vi tackar Sören lindgren och Strängbetong för delad kunskap och erfarenheter samt att de tagit sig tid och varit engagerade. Vi tackar även de personer som under arbetets gång delat med sig av sina erfarenheter inom området.

Innehållsförteckning

Sammandrag.....	I
Abstract	II
Förord.....	III
Innehållsförteckning.....	IV
1. Inledning	1
1.1. Bakgrund.....	1
1.1.1. Syfte, avgränsningar.....	1
1.1.2. Metod	1
2. Ordlista.....	2
2.1. Rampelement	2
2.2. Trick	4
3. Historia.....	5
4. Design	6
4.1. Quarterpipe.....	6
4.1.1. Coping	6
4.1.2. Plåt	6
4.2. Corner.....	6
4.3. Bowl	7
4.4. Bank	7
4.5. Höjdskillnad	7
4.6. Trappa	7
4.7. Eurogap	8
4.8. Ledge.....	8
4.9. Rail	8
4.10. Plåtå.....	8
5. Betongen	9
5.1. Fiberbetong	9
5.2. Ytbehandling	10
5.3. Färgade element	11
6. Formar	12
6.1. Formtyper.....	12
6.1.1. Träform	12
6.1.2. Stålplåtsform	12
6.1.3. Betongform	13
6.2. Formsläppningsmedel	13
7. Detaljer.....	14
7.1. Förankring	14
7.2. Räcken.....	14
7.3. Coping	15
7.4. Övergångsplåt	15
7.5. Stag.....	15
8. Beräkningar.....	16
8.1. Dimensionering	16
8.2. Pelare.....	16
8.2.1. Upplag	16
8.2.2. Pelarkropp	18
8.3. Balk	18
8.4. Quarterpipe och Bank	18
8.5. Plåtå.....	19
9. Installation.....	20
9.1. Geoteknisk undersökning.....	20

9.2.	Sättningar	20
9.3.	Utsättning	21
9.3.1.	Coping och plåt	21
9.3.2.	Fog	21
9.4.	Vattenavrinning	22
10.	Underhåll	23
11.	Ekonomi	24
11.1.	Transport	24
12.	Miljö	26
13.	Avslutning	27
13.1.	Slutsatser	27
13.2.	Resultat	27
14.	Referenser	34
14.1.	Litteratur	34
14.2.	Elektroniska källor	34
14.3.	Muntliga källor	34

Bilaga 1

Ritningar

1. Inledning

1.1.Bakgrund

Actionsporter som skateboard, bmx, inlines mm. är några av de mest växande sporterna i Sverige just nu och har varit det i flera år. De senaste tre åren har det skett en revolution från noll till fem betongparker med den största belägen i Malmö med en kostnad på ca 17 miljoner kronor. Här i Göteborg jobbar föreningen Actionpark för att få bygga en betongpark i Burgårdsparken och i framtiden har det även planerats att bygga en betongpark i Trollhättan och på Hisningen. Att bygga dessa parker är kostsamt och det krävs stor kunskap, erfarenhet och mycket tid för att lyckas få en bra form på den. Denna kunskap är svår att få tag på här i Sverige, därför har actionpark designern Stefan Hauser hyrts in från USA för design och produktion i Malmö och Göteborg. Det kan fungera bra i storstäder där ekonomin och efterfrågan är större men i mindre kommuner och förorter kan ett billigare alternativ som prefabricerade betongramper behövas.

1.1.1. Syfte, avgränsningar

Vi vill göra det enkelt för kommuner och privatpersoner att få en betongpark av hög klass till ett mycket lägre pris i jämförelse med de idag nästan handgjorda parkerna. Vårt mål är inte att konkurrera ut dessa metoder utan i stället erbjuda ett alternativ. Tyvärr är det inte möjligt att nå samma variation och innovation i en park med prefabricerade element, men vårt mål är att konstruera liknande ramper, enkla att montera ihop och isär för förflyttning samt en drift och underhållsmetod som är billig och enkel. Idén är att parken ska kunna göras liten som stor. Att beställaren själv ska kunna välja ut delarna så att de tillsammans bildar en park (ungefär som Lego) som motsvarar hans/hennes behov och användningsområden.

I Sverige är det vanligast att bygga ramper i trä men på grund av klimatet är det inte många som har stått speciellt länge. Därför tror vi det kan bli billigare i längden att bygga i betong.

1.1.2. Metod

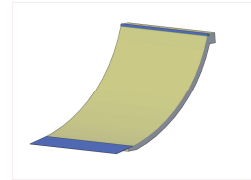
Rapporten ska innehålla design och konstruktion med god ingenjörskonst på ca 50 element, där drift och underhåll är beaktat. Det ska finnas hållfasthetsberäkningar och beskrivningar på hur de ska gjutas samt hur formarna ska se ut. Eftersom rapporten även kommer fungera som en affärsidé skall den även innehålla kostnadsberäkningar.

2. Ordlista

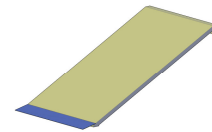
Sporterna kommer ursprungligen från USA och därmed har ramper och trick fått engelska namn. Det kan vara lättare att förstå hur ett element ser ut om det översätts till svenska.

2.1. Rampelement

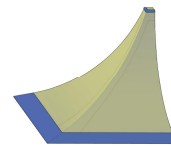
Quarterpipe- Ramp med konstant radie.



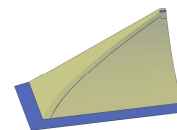
Bank- Rakt ramp.



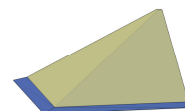
Corner- Två rampelement som står i vinkel till varandra:



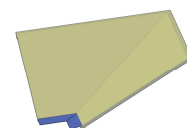
Bank/quarterpipe corner- Bank och Quarterpipe



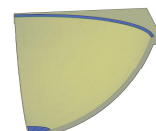
Bank corner(konvex)- Två stycken banks(ytterhörn)



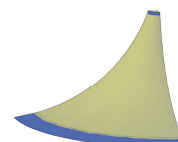
Bank corner(konkav)- Två stycken banks(innerhörn)



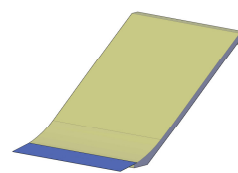
Bowl corner- Quarterpipe som svänger(konkav)



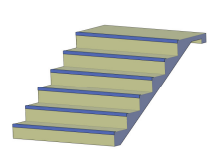
Bowl corner- Quarterpipe som svänger(konvex)



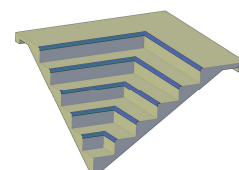
Bank med transision- Bank med radie i nederkant för att göra uppfarten mjukare.(Oftast branta banks)



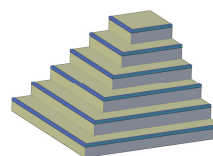
Trappa



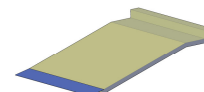
Trappa(konkav)



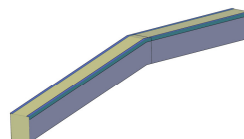
Trappa(konvex)



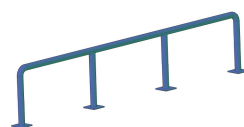
Eurogap- Bank med trappsteg högst upp.



Ledge- Låg mur till för att grinda(Oftast utrustad med vinkeljärn).



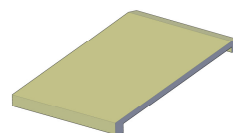
Rail- Räcke



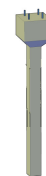
Platå



Platå med höjdskillnad



Pelare



Coping- Metall rör där utövaren kan grinda och göra liptrick

2.2.Trick

Grinda- Utövaren hoppar upp på en kant och glider på den med sin utrustning

Liptrick- Utövaren åker upp i en quarterpipe och gör ett trick på copingen.

Kicktrick- Utövaren hoppar i en bank eller på platta marken.

Air- Utövaren hoppar i en quarterpipe.

3. Historia

Under en stor torka i USA på 1960-talet låg de flesta av alla Californiens pooler utan vatten. Det var i dessa skålformade ramper som ungdomar åkte med hjul från rullskridskor fastmonterade på en bräda som snart kom att kallas skateboard. Dessa så kallade bowls blev så populära att det även byggdes ramper i trä enbart för skateboardens skull.

Ungefär samtidigt i Californien tävlade ungdomar med små cyklar på banor. De försökte härma motorcross åkare genom att cykla på bakhjulet och imponera på varandra genom att göra tricks på cykeln. Sporten kom att kallas Bicycle Motorcross(BMX) och snart började även dessa ungdomar åka i ramper som skateboardåkare.

Sporterna har inte bara utövats i ramper med böjar utan ungdomarna tog sig snabbt upp från poolerna och började åka på gatan, ner för backar och hoppa ut för trappor. Denna del av åkning kallas street. En street ramp är ett element som naturligt skulle kunna finnas i en stadsmiljö. De har ofta raka vinklar och är lite svårare att åka på. De kan bestå av rails, ledgar eller banks med mera.

4. Design

Dessa sporter har alltid varit en aktivitet som är skapad, utvecklad och brukad av ungdomar. De har skapat den med sin egen kreativitet, vilja och lust att bara vara sig själva. Det är just därför sporterna har blivit så populära och uppskattade av sina egna jämlingar. När en actionpark designas är det viktigt att ungdomarnas intresse och kreativitet lyser igenom eftersom det är de som ska bruka den. Ungdomarna ska känna att de kan utvecklas i parken och att den har en hållbar design. En actionpark som designas på rätt sätt kommer användas väl i många år och flera generationer kan ha nytta av den medan en sämre design knappt kommer nyttjas alls. Den här designen har tagits fram dels genom inspiration från populära ramper i Göteborg och Alingsås men också från ramptillverkaren Concrete i Holland.

4.1. Quarterpipe

Vid utövandet av sporterna kan olika quarterpipe vara bra för olika typer av åkning och stilar. Till exempel är en stor brant quarterpipe lämplig vid utövande av höga airs men en liten flack quarterpipe vid utövande av liptricks. Utöver de båda exemplen bör även de tre sporterna BMX, skateboard och inlines tas hänsyn till. De olika sporterna kan i stort sätt åka på liknade element men föredrar vissa framför andra. Till exempel föredrar skateboardåkare mindre quarterpipes medan BMX-åkare tycker mer om större. För att få en stor variation av delar och att alla dessa element ska kunna passa ihop behövs en design som är smart och genomtänkt till minsta detalj.

För att en quarterpipe ska få en skön dimension ska radien bestämmas efter höjden. Ju högre den är desto större radie behövs. Det finns tyvärr ingen litteratur eller formel på hur en quarterpipe ska dimensioneras men däremot finns det en mängd av bra och dåliga exempel. De quarterpipes som tagits fram i det här arbetet har dimensionerats och är inspirerade från parker som redan finns i Sverige och är omtänkta av utövarna. För att få en lagom stor variation tar rapporten upp tre storlekar av quarterpipe med olika höjd och radie.

4.1.1. Copping

Till en quarterpipe är det mycket vanligt att installera ett rör högst upp som är till för att grinda på. Röret ska vara placerat så det inte är i vägen när utövaren hoppar i rampen vilket gör att den sitter en bit inne i quarterpipen. Den får dock inte sitta för lågt så det blir svårt att få kontakt med åkutrustningen på den. Inlines föredrar en högre höjd på copingen eftersom deras utrustning är formad på ett sådant sätt. Det är möjligt att höja på copingen genom att sätta en distans under den. Minsta höjden på copingen som också rekommenderas är 7mm ovanför plattan.

4.1.2. Plåt

Längst nertill vid marken finns en övergång mellan åkytan och rampen i form av en 3mm tjock rostfri plåt. Den är konstruktionsmässigt till för att betongelementen inte kan gjutas hur tunna som helst, men till störst del för en skönare åkupplevelse eftersom stöten mot rampen blir mjukare när en utövare åker upp i den.

4.2. Corner

Det finns en mängd olika former av corners, men i stort sätt består de av två stycken element som växer ihop till ett hörn. De består oftast av quarterpipes, banks eller kombinationen av de båda. För att göra designen enkel tillverkas dem med en 90° vinkel. Det gör att längden måste vara samma som bredden för att ytterligare en quarterpipe ska kunna kopplas på. Den delen blir då kvadratisk och det är på grund av det hela parken består av kvadrater och rektanglar sett uppifrån.

4.3.Bowl

En populär form av åkning är Bowl, där åkytan är skålformad och består av flera olika bowl corner, vilket är en quarterpipe som svänger. En enkel bowl har vanligtvis två långsidor och två kortsidor samt fyra konkava bowl corner. Lite mer avancerade bowls har även konvexa bowl corners. En konvex bowl corner kan vara utformad på två sätt. Dels som en motsats till en konkav bowl corner där radien svänger och dels som två stycken quarterpipe som skär in i varandra. De kan i vanligt fall ha vilken vinkel som helst mellan sig men i det här fallet för att göra det enkelt och för att kunna kopplas samman med andra element står de alla med 90° vinkel till varandra.

4.4.Bank

Som ett substitut till quarterpipe finns bank. De används nästan på samma sätt men klassas mer som ett street element. De används dels som fartramper och dels som hoppramper. Fartramperna är stora branta medan hoppramperna är små och flacka. Det finns även ett mellanting som används för att göra kicktricks då utövaren åker upp, gör tricket, och åker ner samma väg hon kom från. Höjderna är de samma som quarterpipe för att de ska passa ihop med pelarna och vinklarna är även här framtagna med inspiration från andra befintliga parker i Sverige. Vinklarna är den viktigaste faktorn en bank har för att få en attraktiv och skön design. För den låga banken(0.8m) sätts en flack lutning på 16° och på de höga (1.6m) sätts både 24° och 32°, där den branta banken har en böj (transsion) vilken gör den mer mjuk att åka upp i. Eftersom den höga banken även inkluderar 1.2m finns det ingen anledning till att konstruera en bank i den höjden.

4.5.Höjdskillnad

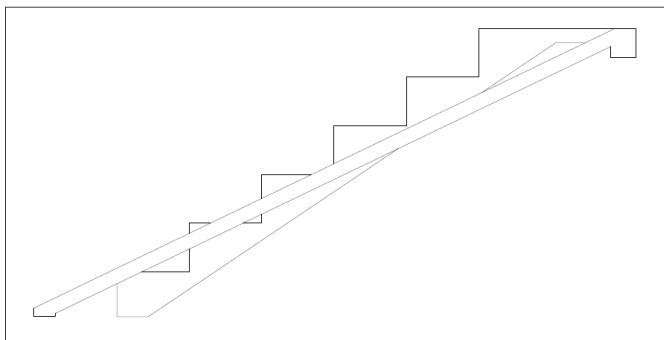
För att bowl eller streetyta ska kunna byta höjd på ett smidigt sätt finns det element som börjar i en höjd och slutar i en annan. Sådana element har inga speciella namn men kan nämnas som Typ/Höj1-Höjd2. T.ex. Quarterpipe/0.8m-1.6m. De elementen måste även spegelvändas, finnas mellan varje höj och för både quarterpipe och bank.

Till dessa element krävs även att platån har en nivåskillnad. Det betyder att den vanliga platån inte går att använda utan ytterligare en platå med en vinkel som en bank monteras bredvid elementet.

4.6.Trappa

Till en modern streetpark är trappor ett självklart element. En trappa används för att hoppa upp och ner för samt montera handrails på, men de används även som ledger i flera höjdnivåer. Därför monteras vinkeljärn på varje trappsteg för att göra dem mer grind vänliga och mer stryktåliga. Trappa kommer finnas i samma höjder som banks och tre sorters element, enkel rak trappa, konvext trapphorn och konkavt trapphorn, så att även trappan kan svänga.

Eftersom trappan inte bara är till för att gå upp och ner för dimensioneras inte trappstegen för en människas fötter utan risken till skador. Om trappstegen är små blir risken större att sätta ner foten på kanten och stuka den eller snubbla, när utövaren trillar. Därför designas trappstegen en aning större än vanliga trappsteg. Det gör också att utövaren får mer plats när han använder trappan som en ledge. Trappan har liknande lutning som banken vilket gör att så många trappsteg som möjligt sticker upp ovanför banken. På så sätt kan nästan alla trappsteg användas som ledge.



Figur 4.1 Bank och trappa i tvärsnitt. Trappstegen sticker upp ovanför banken för att möjliggöra grinds.

4.7.Eurogap

En populär byggnadsdel är det så kallade Eurogapet. Det består av en bank med ett trappsteg högst upp strax innan platån som ökar svårighetsgraden och ger större variation. Ett sådant element finns som vanlig enkel bank till höjden 0.8m men ej hörn.

4.8.Ledge

Till en street sektion i en park är ett av de viktigaste elementen ledgen. Den fungerar som en vanlig bänk eller mur där utövaren hoppar upp och gör olika grinds. En ledge kan ha olika höjder, former, lutningar och det finns därför ett stort utbud av dem. Det finns dels en ledge grupp som placeras på banks, plattaer och kan monteras i varandra. De kan göra en lång rad av lutande och platta ledgar som kan kombineras på valfritt sätt. Sen finns det även lösa ledgar(även kallade funbox) som kan placeras på marken och uppe på plattformar i olika former. De kan designas på ett oändligt många sätt där bara fantasin sätter stopp.

4.9.Rail

Som ett substitut till ledge finns rail som används på samma sätt men består av ett cirkel eller fyrkantsprofilerat rör med ben som fästs i betongen. Själva idén kommer från vanliga handräcken ner för trappor. Railsen kommer designas i samma höjder vinklar och längder som ledgarna men kommer även finnas i en extra högre höjd för att få en realistisk stil som antingen kan monteras bredvid en trappa eller ner för en bank.

4.10. Plata

Eftersom alla delar ska passa i varandra måste kortsidorna vara lika långa. För att inte få för många olika längder på element begränsas de till en original längd samt hälften av den. Det gör att de kommer bestå av kvadrater och rektanglar i tre olika storlekar. En liten kvadratisk 1.1*1.1m, samt en stor kvadratisk 2.2*2.2m och en rektangulär 1.1*2.2m eftersom bredden 2.2m blir allt för bred som en vanlig enkel plattform till en quarterpipe det inte önskas en stor yta.

Plataerna ska dels fungera som en viloplats när utövaren väntar på sin tur, men också som en åkyta där flera plataelement kan placeras bredvid varandra som en upphöjd nivå. På så sätt kan flera höjdnivåer i parken byggas med rampelement placerade uppe på plataerna och variationen utvecklas ytterligare.

Under tävlingar och uppvisningar kan även plataerna användas som läktare eftersom det är därifrån utsikten är som bäst.

5. Betongen

Det som karaktäriserar en bra actionpark förutom formen är ytan på betongen. Den ska vara så slät som möjligt samtidigt som den inte får vara halkig. Den måste vara stöttålig och ha god ytbeständighet.

Huvudbeståndsdelarna i betong är bindemedel, vatten och ballast. Ballast utgör ca 65-75 % av den totala volymen eller ca 80 % av den totala vikten. Den utgörs av sand, grus, singel (naturligt rundkornigt) och makadam (krossat). Mängden av krossmaterial i ballasten kan i vissa fall ha betydelse för betongens ytkvalitet. I allmänhet gäller att en god ytkvalitet underlättas av ett rundkornigt ballastmaterial. För att få en frostbeständig betong frambringas konstgjorda porer med hjälp av tillsatsmedel. Bra gjuten betong innehåller mellan 1 – 3 % luft i form av porer. De konstgjorda porerna skapar ett tillräckligt expansionsutrymme för porvattnet vid frysning. Vatten-cementtalet (vct) är ett tal som förklarar mängdförhållandet mellan vatten och cement. $W =$ massa blandningsvatten, $C =$ massa cement, båda anges i kilo. $Vct = W/C$. Teoretiskt sett hydratiseras all cement vid vct 0.39, och i praktiken tillämpas vct = 0.4 – 0.6. Hög kvalitet = lågt vct = högre kostnad. När vct är högre än 0.6 betraktas inte betongen längre som helt vattentät. Ju större vct desto större blir volymen kapillärporer och desto otätare blir betongen både för vatten och luft och risken för skador ökar. Vatten får lättare att tränga in samt klorider och syre som ökar risken för korrosion. Betongens beständighet är således starkt kopplad till vct talet.

5.1.Fiberbetong

Betongen som används är fiberbaserad, dels för att få ner godstjockleken på delarna framförallt plattorna samt banks/quartermpe eftersom de elementen väger mest, och på så sätt minska transportkostnader. En annan anledning är att slippa en stor del av armeringsprocessen som att lägga in armeringsjärn i livet på delarna vilket tillåter mer rundade och fantasirika element. Fiberbetong är armerad betong där armeringen består av fibrer av olika slag. Fibrerna kan bestå av trådar av stål, glas och plast. Stålfibrerna är antingen galvaniserade eller ogalvaniserade. Ballasten är av typen naturballast eller krossgrus. Fiberbetongen används mestadels till golv/plattor, kassetter, prefabkonstruktioner, lagningar av olika slag samt pågjutningar. Fiberbetong kan appliceras genom sprutning, då blandas fibrerna in i betongmassan via skilda munstycken. I andra fall blandas fibrerna in i den lösa betongen på fabriken.

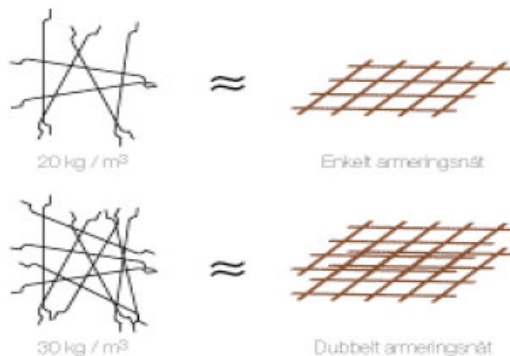
Översikt, fibermaterial.

Plastfiber: Ska inte räknas som armering men ger en viss sprickminskning.
Lätt att blanda med betong.
Används oftast till kassetter och annan fasadbeklädnad i tunna lager.

Glasfiber: Statisk verksamt armering.
Kräver klippmaskin.
Ger varken luddiga ytor eller rostutslag.
Används till kassetter och andra sakvaror.

Stålfiber: Statisk verksamt armering.
Lätt att blanda med betong.
Kan ge stickig yta och rostutslag.
Används till platta på mark, prefab, bergförstärkning, pågjutningar och kassetter.
Finns i högvärdigt lågkolstål, galvaniserat samt rostfritt.

Mest lämplig av dessa tre är stålfiber. Glas och plast har ingen betydande bärande förmåga att tala om, då de främst används till tunna fasadelement. Några av stålfiberbetongens viktigaste egenskaper är att den har en mycket god sprickfördelning, den är slagtålig samt segheten som hjälper till mer komplicerad formgivning. Stålfibrerna är galvaniserade då ogalvaniserade stålfibrer kan inte användas utomhus eller i annan fuktigt klimat beroende på korrosion.



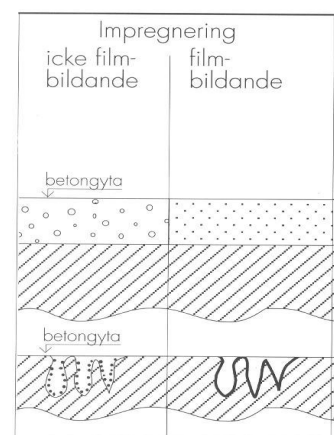
Figur 5.1 Stålfibers motsvarighet i armeringsnät.

http://www.grusochbetong.se/pdf/betongprodukter/pdf_stalfiber_gb.pdf (2007)

5.2. Ytbehandling

Elementen ska klara av vinterkyla, klotter och övrig vandalisering på ett bra sätt. En metod att klara dessa problem är att ytbehandla betongen. En beständig hinna undviks eftersom det gör betongytan för hal och svår att åka på. För att så lite som möjligt ändra ytan på betongen, behandlas den med icke filmbildande impregnering såsom silaner och siloxaner. Siloxaner har en större molekylsammansättning och har därför svårare än silaner att tränga in djupt i betongen, ju djupare desto bättre hållbarhet.

Bra egenskaper hos dessa medel förutom att dom påverkar ytan mycket litet är; bra väderbeständighet, vidhäftning/inträngningsförmåga. Mycket god förmåga att hindra betongens vattenabsorption. Mycket bra vattenånggenomsläpplighet samt bra mot klorider och frost. Vätskan tränger in flera millimeter i betongen, den reagerar i regel med underlaget och sätter sig på porväggarna som därmed blir hydrofoba och försvårar vatteninträngning samt hjälper till att underlätta klottersanering eftersom klotret inte kan tränga in lika djupt. Ytbehandlingar av denna typ klarar inte vatten som ligger kvar för länge på samma ställe. Då de viktigaste elementen (som det ska göras trick i) som Quarterpipen och Banken lutar kraftigt är detta ej ett problem. Impregneringen bör göras om vart femte år för bästa resultat.



Figur 5.2 Impregnering.
Betongens yta. T. Hertz, s174.

Epoxi och metylmetakrylater är nästa steg i impregneringsmedel. Dom är mer portätande och påverkar ytan i större skala i form av tjockare filmbildning, men ändringen i betongens yta är marginell. De används vanligtvis för dammbildning och ytförstärkning.

Ett annat sätt att hjälpa betongytans hållbarhet är att efter gjutning behandla den med fluater, vattenlösliga fluorföreningar. Då bildas olöslig kalciumfluorid vid ytan och gör betongen tåligare mot syror, nötning och klimat utan att ändra ytan för mycket. Samma effekt fast aningen bättre slitstyrka, beständighet och hållfasthet kan uppnås genom polymerimpregnering. Det negativa är att ytan blir plastig.

5.3.Färgade element

Färgning av betong ger materialet mer liv och lekfullhet vilket passar mycket bra i sammanhanget. Två metoder används vid färgning av betong. Antingen målas betongen med önskad färg som tex. akrylbaserad lasyr. Risken är dock att färgen nöts bort på vissa ställen efter ett tag och ommålning blir aktuellt. Det andra sättet är pigmenterad betong, då blandas pigment ner i den lösa betongen under tillverkningen. Pigmenten delas in i två huvudgrupper: organiska och oorganiska. Det första bör i regel inte användas i betong men det andra är ok. Oorganiskt pigment delas in i två undergrupper: jordpigment som består av vittringsprodukter som efter behandling kan användas som pigment. Det andra är Mineralpigment som antingen tas direkt ur naturen eller ämnen som utvinns ur mineraler. Till denna grupp tillhör syntetiska pigment som består till största del av metaller och metallsalter. Mineralpigmenten är ofta, tack vare sin renhet mycket lämplig för betong.

De färger som erbjuds är: Röd, grön, gul. Det enda pigment som lämpar sig för färgen blå är kobolt och det kostar 20 gånger mer än de andra färgerna och utesluts därav.

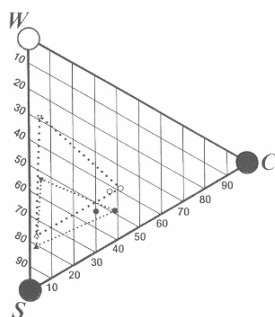
Tillsättning av pigmentet sker genom torrdosering före tillsättning av vatten.

Röd: järnoxidrött, syntetiskt mineralpigment (smp), mycket god färgstyrka.

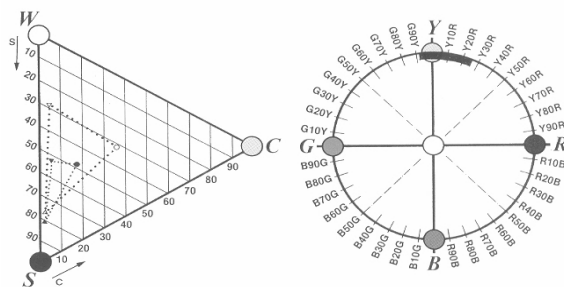
Gul: järnoxidgult, smp, mycket god färgstyrka.

Grön: kromoxidhydratgrönt, smp, mycket god färgstyrka (klar färgton)

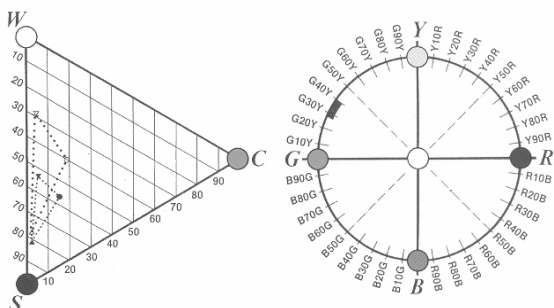
Diagrammen visar möjliga kulörer hos pigmenterad betong. I triangelarna visas med ringarna, nyanser (svarhet s, kulörthet c) och i cirklarna kulörtonen för optimal pigmentering. Området inom de prickade triangelarna anger kulörer som erhålls med mindre pigment och/eller med inblandning av svart pigment.



Två olika Järnoxidröd



Järnoxidgul



Kromoxidhydratgrön

Figur 5.3 Kulörer hos pigmenterad betong

Betongens yta. Tage Hertzel, s.47

6. Formar

Det viktigaste och mest avgörande för hur betongytorna kommer att bli är val av form. Eftersom efterbehandlingen av betongytan ska minimeras så mycket som möjligt så spelar val av form stor roll. Den absolut vanligaste och mest lätthanterliga formen är trä såsom plywood eller brädor av olika slag. Andra typer av formmaterial är stålplåt, betong, engångsformar av cellplast och gummi för att nämna några.

Eftersom åtskilliga element ska tillverkas i flera exemplar lämpar sig en form som bibehåller sin yta och form efter ett stort antal gjutningar. Den ska framförallt ge en mycket bra betongytakvalité. Den får kosta lite mer beroende på hur många element som tillverkas av just det slaget, alltså olika formar för olika typer av element.

6.1. Formtyper

6.1.1. Träform

Första gjutningen (provgjutningen) görs lättast i en träform, den är relativt billig och enkel att snickra ihop för att kunna prova sig fram till önskat resultat. Träformens yta består i vårt fall av en ytbehandlad plywoodskiva. Det finns sju typer av formplywood på marknaden:

1. Högtryckslaminatbelagd, laminatet är 0.5 mm och minimerar skador orsakade av vibrator.
2. Fenolfilmbelagd, tjockare beläggning. 120 – 1000 g/m²
3. Fenolfilmbelagd, normal belagd, 120 g/m²
4. Plastbelagd (björk eller gran)
5. Oljebehandlad
6. Obelagd, putsad
7. Obelagd, oputsad

Livslängden på en träform beror i första hand av vilken ytkvalité på betongen som önskas. I detta fall är ytkvaliteten mycket viktig, det gör att vissa träformar inte lämpar sig för delar som det ska tillverkas många av. Vanliga formskador är armering, vibrering, ballasttyp, direkt solljus och spikning. Typ ett och två är dyrare men kan vid varsam behandling användas ca 100 gånger. Typ tre till fem mellan 4 – 30 gånger och typ sex till sju 1 – 2 gånger, då den är relativt billig. När resultatet av gjutningen är tillfredställande kan ett formmaterial som lämpar sig mer för ett större antal gjutningar, som stålplåt eller betong ersätta.

6.1.2. Stålplåtsform

En stålplåtsform funkar mycket bra på element som ska gjutas upprepade gånger. Den kan i normala fall klara 200 – 400 gjutningar och stora variationer förekommer beroende av formtyp och användningssätt. Stålform är ett dyrt alternativ och bör tillämpas när antalet gjutningar är många. Det kan vara svårt att utforma den i alltför komplicerade former eftersom i normala fall görs i ett stycke. Och då åsyftas framförallt Bowl-elementen. Inom elementindustrin används den ofta som botten i en form med flyttbara träramar. Stålformen deformeras inte i samma grad som träformen men den måste ändå inspekteras vid upprepade användning och bör därför ofta kontrollmätas. Typer av otillfredsställande formskador är t.ex. ojämnheter i ytan, rost, planhet och repor. Det som talar för stålformen är att den ger en mycket bra yta på betongen förutsatt att den är i gott skick. Ett sätt att hålla den fräsch är att vid upprepade tillfällen måla den med rostfärg både in och utvändigt. Eftersom stålplåt är helt lufttät måste inestängd luft avvecklas i vertikalled i motsats till trä som är luftabsorberande och kan släppa ut luft genom formen. Därför måste en stålplåtsform vibreras mer noggrant för att vara säker på att luften kommer ut, framförallt den mot formen, vid åkytan.

6.1.3. Betongform

Formen ska vara billig samtidigt som den ska hålla för ett stort antal gjutningar och då en del med komplicerad struktur. Betongformen har samtliga kriterier. Den fungerar bra för mer invecklade former, livslängden är hög och måttexaktheten kan hållas mycket stor. Den framställs genom att göra ett negativ av den önskade produktens positiv. Livslängden erhålls genom att klorkautschukfärg eller hårdplast av epoxityp på stryks formen, den får då en emaljliknande yta som är mycket stryktålig.

6.2. Formsläppningsmedel

När element härdat måste det avlägsnas från formen. Detta kan medföra vissa problem som att betongen fastnar i formen och ytan blir förstörd både på elementet och formen. För att denna procedur ska gå så smidigt som möjligt används ett formsläppningsmedel, vanligtvis ett oljebaserat.

Vanliga typer av formsläppningsmedel:

1. Mineralolja utan tillsatsmedel.

Lämplig för stål trä och belagd plywood, kan ge upphov till porer.

2. Mineralolja med tillsatsmedel

Se 1. + betong, överskott av olja kan ge retardation på grund av ojämn hydratation. Som tillsatsmedel används vätmedel (3%) eller emulgeringsmedel.

3. Emulgerbar olja (olja i vatten)

Ej lämplig, löses upp av vatten.

4. Emulgerbar olja (vatten i olja)

Lämplig för aluminium, plast, betong, trä och belagd plywood, jämn färgton, få porer, överskott av olja kan ge retardation på grund av ojämn hydratation.

5. Formsläppningsmedel med kemisk verkan

Lämplig för aluminium, plast, stål, betong, trä och belagd plywood, jämn färgton, mycket få porer, vanligaste i Sverige.

6. Vaxbaserat

Anses vara bäst lämpad för betongytor med högt krav på utseende bland annat vid färgad betong.

7. Lack eller impregneringsmedel

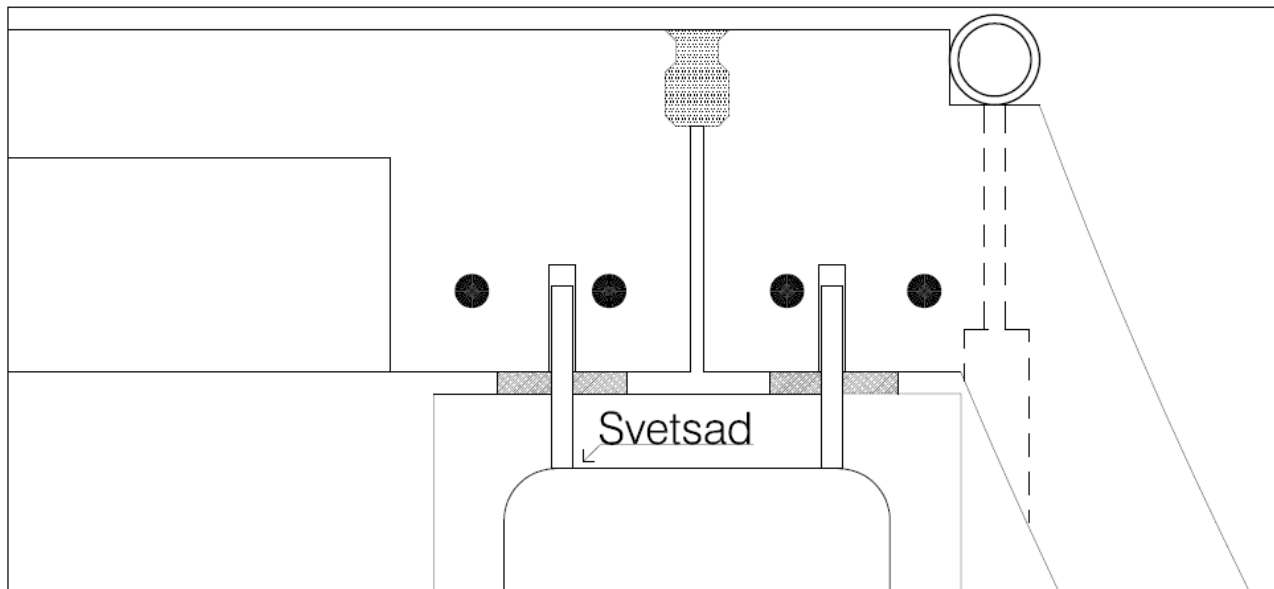
Permanent formsläppningsmedel på plywood och stålplåt, risk för porighet på grund av tätheten.

Formsläppningsmedlet ska appliceras i ett tunt skikt då för mycket kan leda till att armeringen avbildas på betongens yta, att ballastmaterialet friläggs och blir synligt eller att ytporer bildas. Ytporer ska undvikas i möjliga mån då dom leder till en ojämn yta som är högst otillfredsställande för små och hårda skateboardhjul. Formsläppningsmedlet har i vanliga fall en marginell inverkan på en produkts yta, men eftersom rapporten behandlar element av tunna plattor (< 100 mm) och låga balkar i horisontellt läge spelar valet av form/formmedel stor roll i uppkomsten av ytporer. Rätt kombination kan då leda till en nästan helt porfri yta. De porer som uppstår är då mycket små (<5 mm) och försök tyder på att oljor med låg ytspänning är lämpar sig bäst i detta fall, men en provgjutning ska alltid göras för att lista ut vilket medel som ger bästa resultat. Det finns inget formsläppningsmedel som är bäst i alla avseenden, god släppning ger sämre inverkan på materialet och tvärtom.

7. Detaljer

7.1.Förankring

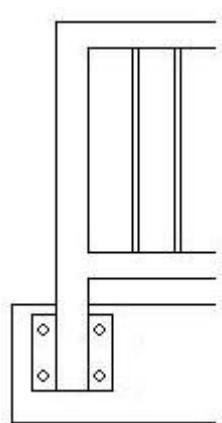
Högst upp på pelarna sitter fyra ingjutna fästen där plåtåer och rampelementen ska placeras för att motverka glidning. Fästena som är i rostfritt stål svetsas fast i armeringen som går diagonalt från hörn till hörn i pelaren.



Figur 7.1 Fästen är svetsade i armering.

7.2.Räcken

Räcken fästes på element som överstiger 1.2 m över marken på grund av säkerhetsskäl. Höjden är 1.1 m och längden anpassas till utformningen av elementen. Materialet är galvaniserat stål för att klara rost. Räckets fästes i underkant mot gavel på betongplatta med fyra expanderskruvar.

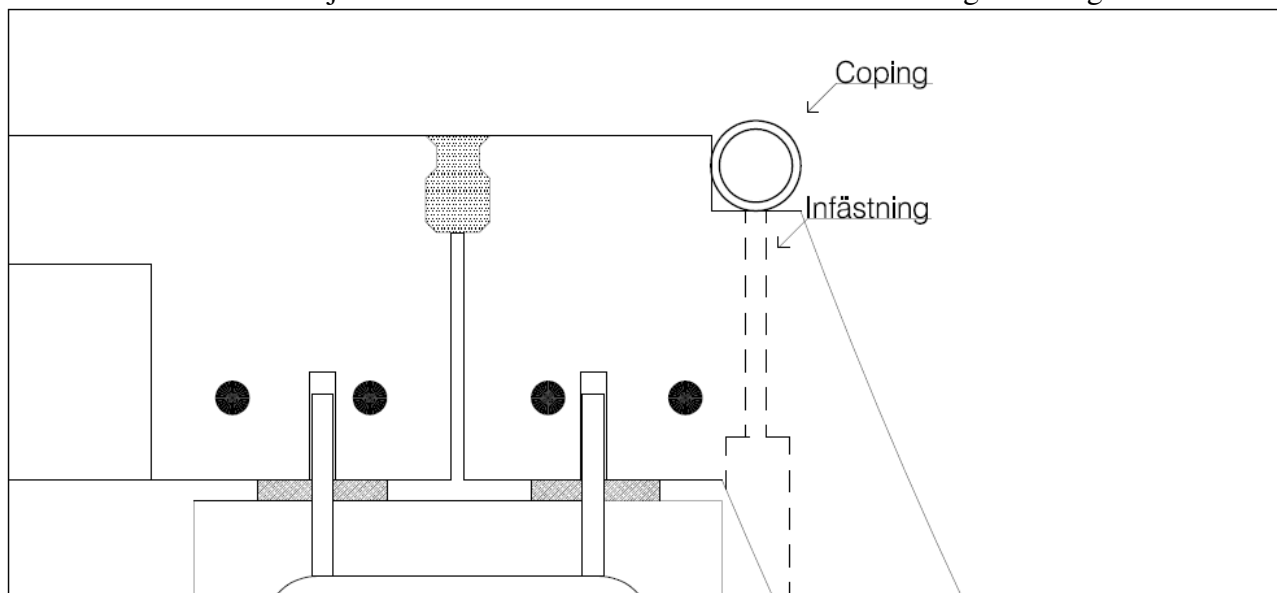


Figur 7.2 Infästning av räcke i betong.

7.3.Coping

En bra coping ska klara upprepade hårda stötar från t.ex. skateboardtruckar eller bmx-pegs utan att deformeras i form av bucklor. Den behöver inte vara rostfri på grund av att den ständigt används och slipas och hinner därför aldrig rosta sönder. Skulle den efter många år slitas ner tillräckligt mycket att den skulle bli obrukbar så är den utbytbar genom infästning på undersidan. Infästningen gör att höjden blir justerbar så den passar med nästkommande del och det blir en mjuk övergång både svets- och åkmässigt.

Material: svartstål. Godstjockleken är 4 mm och diametern 42 mm. Se bifogad ritning nr: 1



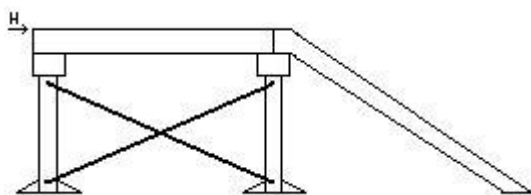
Figur 7.3 Infästning coping

7.4.Övergångsplåt

Övergångsplåten har en avgörande roll i slutbetyget på Skateboardparken då den ska skapa en smidig och mjuk och framförallt naturlig övergång mellan marken och elementet. Ett vanligt misstag som begås är att en för tunn plåt installeras som efter en tid förlorar sin form på grund av upprepad belastning och stötar. 3 mm är skäligt då plåten också ska vara aningen flexibel för att skapa en mjuk övergång även när marken är ojämn. Plåten förlängs marginellt i jämförelse med betongen så att plåten att tänjs litet för att sedan forma sig efter underlaget med hjälp av betongens egenvikt. Övergången är av galvaniserat stål som gjuts in i betongen på fabrik för att få ett garanterat bra resultat och underlätta vid installationen. Se bifogad ritning nr: B1 och QP6

7.5.Stag

Stagningen sker efter behov på gavlarna för att motverka horisontalkrafterna. Horisontalkraften sätts som $H=4.5\text{kN/m}$



Figur 7.4 Stagning av pelare.

8. Beräkningar

8.1.Dimensionering

Lasterna på elementen består av egentyngd, en variabel last och punktlaster från över byggnader. Egentynghen antas från början med överdrift eftersom en exakt dimension inte är bestämd. Variabla lasten fås ur Eurocode och bestäms efter vilken aktivitet som skulle kunna uppträda på plattor eller ramper. Då vissa tävlingsformer troligen kommer ske bör plattan dimensioneras efter en stor publiksamling liknande konserter och sporthallar vilket ger en utbredd last på 5kN/m². Eftersom ramp och bankelement lutar är de inte lika stövänliga, vilket gör att variabla laster bara dimensioneras efter den aktivitet som kommer att utföras på ramperna. De dimensioneras som gymnastikgolv och scener vilket ger en utbredd last på 4.5 kN/m².

Runt plattan och överst på rampelementen är en fritt upplagd balk ingjuten som placeras mellan två pelare och kan räknas som ett kontinuerligt stöd för platta och ramp. Balken belastas med största möjliga kraft uppe på plattan där en överbyggnad av 1.2 m hög quarterpipe och dess pelare kommer att ge en punktlaster av sin egenvikt. Samma balk som utsätts vid det mest kritiska läget används även för bank och quarterpipe.

Laster:

- Egentyngd (platta): $G=4.4 \text{ kN/m}^2$
- Egentyngd (QP/bank): $G=2.4 \text{ kN/m}^2$
- Variabel (platta): $q=5 \text{ kN/m}^2$
- Variabel (QP/bank): $q=4.5 \text{ kN/m}^2$
- Punktlaster: $Q=7.3 \text{ kN}$

8.2.Pelare

8.2.1. Upplag

Vid dimensionering av pelarens upplag används en metod ur Bygga med prefab.

Dimensioneringen beaktar tre villkor:

1. Upplags typ.
2. Betongkvalitet och geometrisk utformning, inklusive armeringens läge i hörn.
3. Armerings mängd och utformning i övrigt.

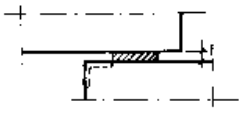
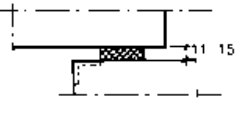
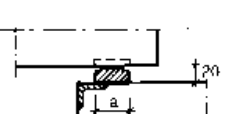
Dimensioneringsvillkor:

$$F_v \leq \sigma_m \cdot a_l \cdot b_l \quad (1)$$

$$F_v \leq 2,5 f_{ct} \cdot A \quad (2)$$

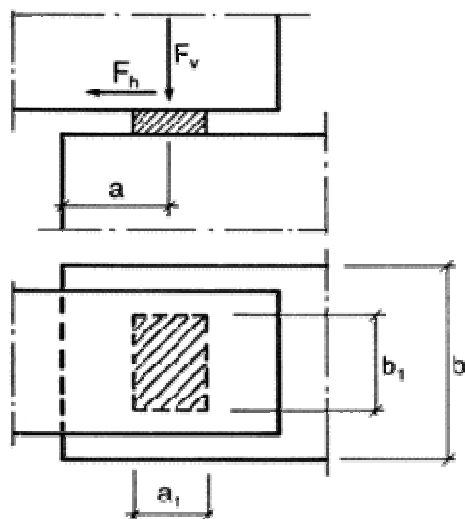
$$F_v \leq \frac{1}{\gamma_n} \cdot \kappa \sqrt{f_{ctk}} \cdot ab \quad (3)$$

Upplagstyper

		Upplagstyp	Principfigur	Anm.
Plant upplag	A1	betongytor med mellanlägg av syntetisk gummi som ej dimensionerats för rörelse och vinkeländring ¹		$f \geq 8$ mm. Behov av extra spjälkarmering kontrolleras. Lämplig för mindre balkar.
Plant upplag	A2	betongytor med mellanlägg av syntetisk gummi som dimensionerats så, att aktuell rörelse och vinkeländring kan upptas		"Deformationslager" se efter tabellen
Plant upplag	A3	betongytor med upplagsplåtar och tillhörande centreringsanordningar som ingjuts och förankras i betongen samt dimensioneras så, att trycket fördelas på den trycköverförande upplagsytan.		Centreringsplåt $a_1 = 100$ mm $r = 250$ mm

Figur 8.1

Upplags typ A1 väljs då den är lämplig för mindre balkar och ytterst små rörelser sker.

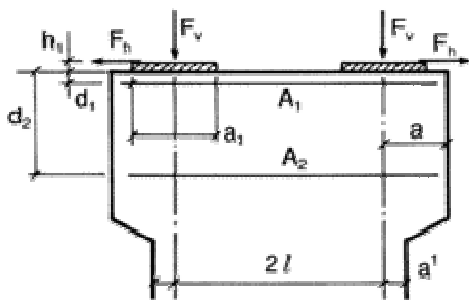


Figur 8.2

Upplagets beräkningar (se bifogade beräkningar) visar att första ekvationen är den mest kritiska. En gummiplatta på 60*60mm placeras på ett 120*120mm stort upplag. En pelare har fyra stycken upplag och ett mellanrum på 6mm mellan elementen vilket gör pelarens huvud 246*246mm. Därefter dimensioneras pelarens spjälkarmering vid pelartop med följande formler.

$$F_1 = A_1 f_{st} = F_v (1 - a_1 / l) / 3 + F_h [1 + 2 (d_1 + h_2) / 3] \quad (4)$$

$$F_2 = A_2 f_{st} = \frac{1}{z_2} \left[F_v \left(\frac{a^2}{l+a} - \frac{a_1}{4} \right) / 2 - F_h (h_1 + y) / 2 \right] \quad (5)$$



Figur 8.3

Vid risk för glidning då högsta vertikala kraften är mindre än minsta tillåtna måste en förankring ske mellan pelare och balk. Beskrivning av förankring hänvisas till 7.1.

8.2.2. Pelarkropp

Pelaren behöver inte vara lika bred som upplagen vilket gör pelarkroppen blir slankare och lättare. Nere vid foten ökas dimensionen igen vid risk för spjälkning och hela konstruktionen placeras på en liten fot i form av en platta tillverkad av fiberbetong. Foten är till för att fördela trycket mot marken och minska sättningarna.

8.3.Balk

Balken är dimensionerad för att ta upp krafter från en överbyggnad i form av en bank eller quarterpipe med höjden 1.2m. Den är tillverkad av fiberbetong men förstärks med två stycken armeringsjärn för att få ner massan.

Tvärkraften bestäms enligt Narayanan och Darwish, där adderas stålfibrernas tvärkraftkapacitet med övriga termer.

8.4.Quarterpipe och Bank

Quarterpipes och banks är upptill upplagda på två pelare samt nertill på marken som kan räknas som ett kontinuerligt upplag. Elementen har upptill en förstärkning i form av en balk vilken också fungerar som ett kontinuerligt upplag.

När utövaren åker i en quarterpipe utnyttjar han centrifugalkraften i böjen för att utbyta rörelseenergin mot lägesenergi på uppvägen och tvärtom på nervägen. Den variabla kraften kommer då hela tiden riktas vinkelrätt mot böjen vilket leder till att quarterpipen beräknas som en liggande rak balk där krafterna angriper rakt uppifrån. Det gör att momentet från egenvikten blir en aning överdimensionerat i jämförelse med verkligheten. Vid beräkning av en quarterpipes spännvidd används följande formel:

$$s = \frac{\alpha^{\circ}}{360} \cdot 2\pi r = \alpha^{\text{rad}} r \quad (6)$$

När bankens lutning ökar så minskar spännvidden. Ur spännvidden kan momentet tas fram och därefter beräknas tjockleken på elementet, dimensionering, brottgränstillstånd.

Tvärkraften bestäms enligt Narayanan och Darwish där stålfibrernas tvärkraftkapacitet adderas med övriga termer.

8.5. Platå

Platån är dimensionerad för max två nivåer samt för en större folkmassa som vid tävlingar kan fungera som en mindre läktare.

Platån består av fyra ihopgjutna balkar i en kvadrat belastade av en fast inspänd platta. På så sätt minskas momentet betydligt vilket leder till en tunn och lätt konstruktion

9. Installation

Innan elementen sätts på plats ska ett förarbete göras där marken kontrolleras för framtida sättningar och ojämnheter i åkytan. Om åkytan är bucklig kommer inte elementen stå stadigt och bör då stabiliseras upp. Förutom det får inte åkytan ha för brant lutning eftersom det då kan bli för stora höjdskillnader mellan sammanhängande element.

9.1.Geoteknisk undersökning

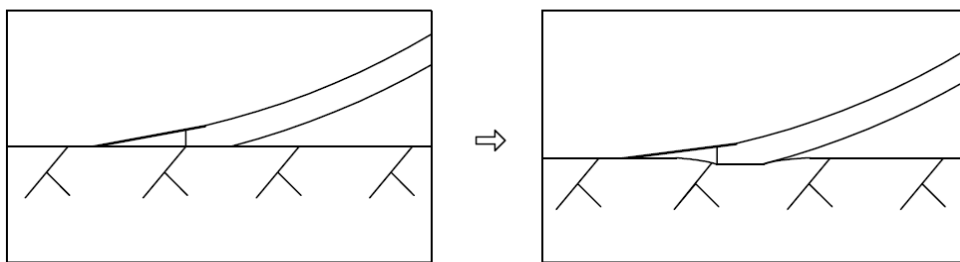
De konstruerade rampelementen är tillverkade för att kunna placeras ut på en platt åkyta men tillåter vissa deformationer och lutningar. Maximal lutning är bestämd på ett sådant sätt att plåtår och ramper inte ska röra vid varandra. Det är 6mm mellanrum mellan elementen vilket gör att varje element har tillåtelse att röra sig 3mm på balkens höjd 160mm. Det leder till att ett element kan luta 1.5% utan att problem uppstår och maximal lutning får inte överstiga 2%. För att få fram lutningar på åkytan bör en höjdnivå kontroll göras och kartläggas.

Övriga deformationer i marken kan vara bucklig asfalt om den tänkta åkytan består av gammal asfalt som t.ex. på en outnyttjad tennis eller basketplan. Det rekommenderas dock för åkupplevelsen att en ny platt asfaltsyta eller betongyta läggs innan elementen monteras upp.

9.2.Sättningar

För att minska sättningar bör en fältundersökning först ske och ett sonderingstest tas. Eftersom de flesta element kommer placeras på en asfaltsyta, vilken bör vara förstärkt under, behövs inga större prover göras men i områden rika på lera bör extra kontroll göras.

Om en sättning sker runt en pelare eller foten av ett rampelement bildas en liten grop där vatten kommer samlas utan avrinning. Därför tillverkas fötterna till pelarna med en stor yta mot marken vilket leder till mindre sättning. Rampelementens fötter har en jämt utbredd last mot marken och inte alls lika stora påfrestningar som på pelarfötterna och därmed är risken mycket mindre för sättningar. I fall det dock skulle ske skyddar plåten från att det bildas en grop framför rampen vid uppfarten. Det leder till att plåten får en lägre lutning vilket inte har någon större inverkan på åk känslan.



Figur 9.1 Efter sättning bildas en lite grop framför elementet.

För sättningarna används en elasticitetsteoretisk modell som har stor osäkerhet men eftersom krafterna är små och en viss sättning kan tillåtas är det godtagbart. Formeln är väldigt enkel att använda så fort markens elasticitetsmodul (E_s) är känt. E_s kan bestämmas ur ett triaxialförsök eller uppskattas av sonderingsresultat. Tvärkontraktionstalet (ν) antas till 0.33 för sand, 0.4 för dränerad lera och 0.5 för odränerad lera.

$$S_o = m_1 \cdot b \frac{q(1 - \nu^2)}{E_s} \quad (7)$$

$$S_{med} = m_2 b \frac{(1 - \nu^2)}{E_s} \quad (8)$$

l/b	1,0	1,5	2	3	5	8	10	100
m_1	1,12	1,36	1,53	1,78	2,11	2,40	2,54	4,01
m_2	0,85	1,15	1,30	1,51	1,83	2,11	2,24	3,70

Figur 9.2 Konstant för rektangulär platta.

I ett exempel där pelarnas fötter är 0.5m breda och placerade på en odränerad lera med $E_s=8\text{Mpa}$ blir den värsta sättningen 1.5 mm vilket nästan kan försummas.

9.3.Utsättning

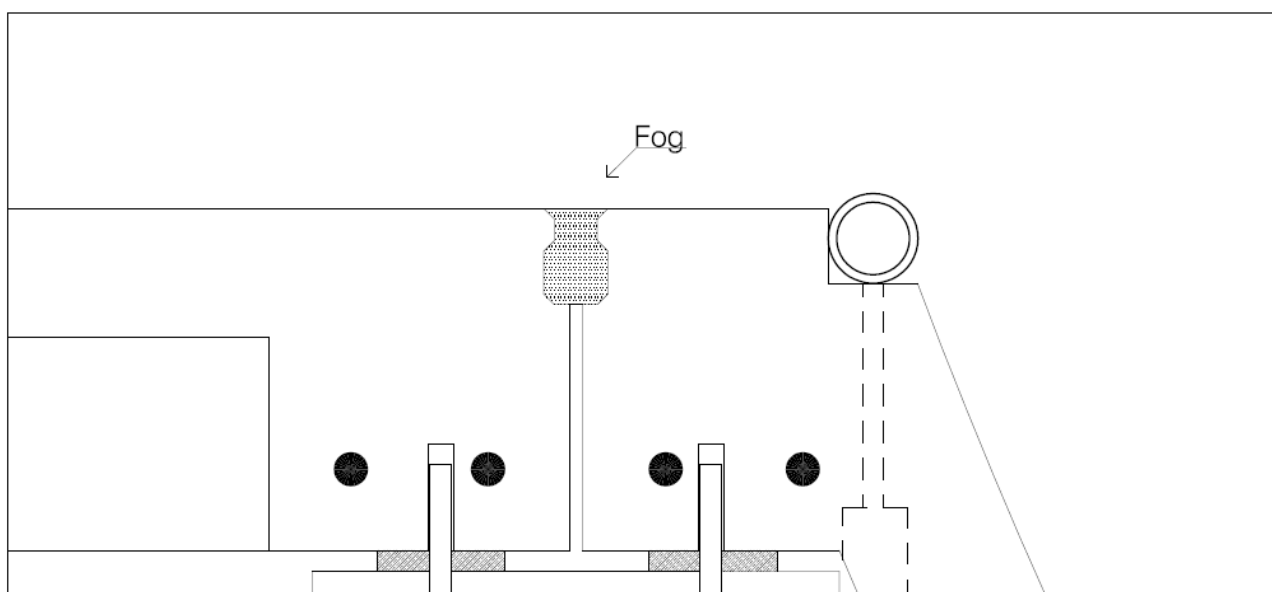
När ytan är kontrollerad och godkänd för att användas som uppställningsyta placeras först och främst alla pelarfötter ut. För att fötterna ska stå på rätt ställe ska deras långsidor vara riktade mot varandra. Innerhörnen ska ligga 1.706m från varandra och på diagonalen ska de ligga 2.413m från varandra (stor kvadratisk platta). Fötterna måste stå plant vilket gör att en undergjutning kan krävas i vissa fall. Därefter sätts de fyra pelare ut som är längst in och är svårast att komma åt. Pelarna stabiliseras upp med snedsträvar. Uppe på pelarna placeras sedan plåtåer och ramper efter ritning och så kommer arbetet att fortsätta tills alla delar är på plats.

9.3.1. Copping och plåt

Copping och plåt sticker ut 3mm på vardera sida så de möts med plåten och copingen bredvid. Sedan svetsas de ihop och slipas av för att ge en mjuk övergång utan skarvar. Vid det sista elementet bör plåten och copingen slipas ner så inga vassa kanter sticker ut.

9.3.2. Fog

Mellan elementen finns en fog som stabiliserar upp elementen mellan varandra och bildar en elastisk övergång mellan dem. Fogen består av en blandning av silikon sand och epoxy. En vanlig cement fog fungerar inte då den spricker och går sönder. För att fogen ska få fäste gjuts en fåra in på kanten runt om varje element. När elementen är installerade täpps fogen igen och slipas av när den härdar.



Figur 9.3 Fåra med fog.

9.4.Vattenavrinning

Planering innan installation bör göras för att minska vattensamlingar mellan och på ramper. Detta kan enkelt göras genom höjdnivå kontrollen vid den geotekniska undersökningen. För att vattensamlingar ej ska bildas mellan ramperna får den inte kombineras så de sluter tätt runt ett helt område utan att ett dagvattenavrinningssystem redan är installerat. Om ett rampsystem sluter tätt kommer regnvatten ha svårt för att ta sig ut och det kan bildas stora vattensamlingar i systemet. En enkel lösning är att placera en öppning utan element vid den lägst belägna punkten där vatten kan rinna ut.

En liten lutning uppe på plåtarna är bra för vatten ska kunna rinna av. Vid långvariga vattensamlingar kan ytmedlet lösas upp vilket behandlas mer i 5.2. För att vattnet ska kunna rinna av rekommenderas en lutning på 1%. Eftersom max lutning är 2% bör höjdskillnaderna ligga mellan 20-40mm.

10. Underhåll

Beständighet i detta fall syftar främst på betongens yta. Det viktigaste i en actionpark förutom formen är att ytan är i gott skick. En av vinsterna med att bygga en actionpark av prefabricerade element är att delar ska kunna bytas ut om dom blir så dåliga att reparation och lagning inte längre hjälper.

Fördelen med prefabricerade element är att kvalitén på varje del håller mycket hög klass då allt görs noggrant i fabrik efter provningar och alla element görs efter samma noga utvalda recept.

Betongelementen är dimensionerade att hålla i 50 år. Detta kan styras med hjälp av ytbehandlingar och hårdningsmetod då det görs med stor noggrannhet i fabrik.

Typiska skadetyper är armeringskorrosion, sprickor, utspjälkning av betongtäckskikt, skador p.g.a. upprepade frysning och upptining, slitageskador samt skador i fogarna. Sprickorna uppstår oftast vid de dragna partierna som är på undersidan och påverkar därför inte åkupplevelsen. Orsakerna till skadorna beror på yttre miljöfaktorer som regn och frost i kombination med aktivitet. Cementhuden eroderas bort och bildar en knottrig yta som är allt annat än önskvärd. I detta fall påverkar också stötar och slag samt en ren slipeffekt ytan i form av friktionskraft från olika typer av hjul från t.ex. skateboards och inlines, ett så kallat mekaniskt slitage. Hur bra betongen klarar sig från den typen av slitage beror främst på betongens tryck och draghållfasthet, vatten cement talet (vct) och ballastens mineralogi, gradering samt kornstorlek.

11. Ekonomi

En av de största faktorerna som bestämmer hur en actionpark ska se ut, var den kan placeras och vem ska bygga den beror på ekonomin. Detta samt att sporterna inte har någon seriös förankring i föreningslivet är en anledning till varför det finns så få actionparker runt om i landet. På senare år har ungdomarna börjat organisera sig och en del av de som utövade sporterna som barn har blivit vuxna vilket lett till fler inomhuslokaler och betongparker utomhus.

Stapelbäddsparken i Malmö som är byggd av Stefan Hauser var den största actionparken (ca. 2500m²) i hela Europa 2005 när den byggdes och kostade 17 milj. kr. Det är en stor investering som Malmö stad och sponsorer gjort, men parken har också blivit en succé och folk från hela Europa besöker den.



Figur 11.1 Stapelbäddsparken. 3D Overview. Grafik av Kalle Helgesson

Genom att istället prefabricera dessa ramper kan stora ekonomiska vinster göras men det bör då konstateras att det omöjligt går att uppnå samma standard och åkgädje i jämförelse med en markgjuten betongpark. Däremot kan en billigare variant vara utmärkt för mindre kommuner där utövarna är färre och ekonomin mindre.

Ett pris har tagits fram av Strängbetong på våra vanligaste element. Leverans på 100 km ingår i priset.

	Platta	Quarterpipe	Bank	Pelare
Startkost.	15.000	45.000	15.000	15.000
Per st.	10.000	12.000	10.000	8.000

Tabell 11.1 Ovan priser är angivna exkl. mervärdesskatt.

Coping och plåt ingår inte, förutsättes monteras på plats.

11.1. Transport

Delarna transporteras med lastbil. Det finns två typer av bilar som är aktuella och vilken som lämpar sig bäst beror på hur avlossningen hanteras och hur stor park som ska transporteras. Antingen så fraktas delarna på en lastbil som har egen kran eller så körs delarna ut med en vanlig lastbil och en kran används på platsen för att placera ut delarna. Bäst för mindre parker är det att ha en lastbil med egen kran som kan lyfta ut delarna själv, bilen är dyrare i hyra och kan inte lasta lika mycket i vikt. Större parker däremot kan tjäna på att ha en egen kran på plats eftersom en vanlig lastbil går att lasta tyngre och är billigare i hyra.

Här följer en enkel kostnadsberäkning på vad det skulle kosta att frakta 20 ton till Linköping från Göteborg. Transporten beräknas ta nio timmar och på/avlossning tre timmar. Mobilkranen kostar 1675 kr/h med räckvidden 20 m och kapaciteten 25 ton.

Bredd 2.5 m	Hyra (kr/h)	Maxlast (ton)	Kran (kr)	Totalt (kr)	
Lastbil m. kran	895	20	-	10740	
Vanlig lastbil	650	30	5025	10875	

Tabell 2. Kostnadsjämförelse av transporter.

12. Miljö

Alla delarna är designade och beräknade för att vara så materialeffektiva som möjligt. Med det menas att elementen designats för att vara så tunna och kompakta som möjligt samt konstruerade med ett pelarsystem i stället för ett bärande väggsystem. Designen leder därmed till att parken blir ”luftig” på plats efter installationen samtidigt som den komprimeras under transporter. Delarna produceras på fabrik vilket gör att miljöhanteringen förekommer under kontrollerade former samt att arbetsmiljön är att föredra framför den vid platsgjutning.

13. Avslutning

13.1. Slutsatser

En fullgod park av prefabricerade betongelement finns inte i dagens Sverige, här byggs det fortfarande mycket i trä och eftersom det snöar, regnar och marken är full av grus större delen av året så får actionsporterna aldrig samma fotfäste här som vid varmare breddgrader. Och en yta utomhus med träelement kan inte mäta sig med en av betong när det gäller livslängd. Gamla asfaltsytor som ingen använder finns det gott om och det enda som krävs är att de rustas upp och sedan beställs några element efter önskemål som snabbt transporteras ut och installeras, och området får liv igen.

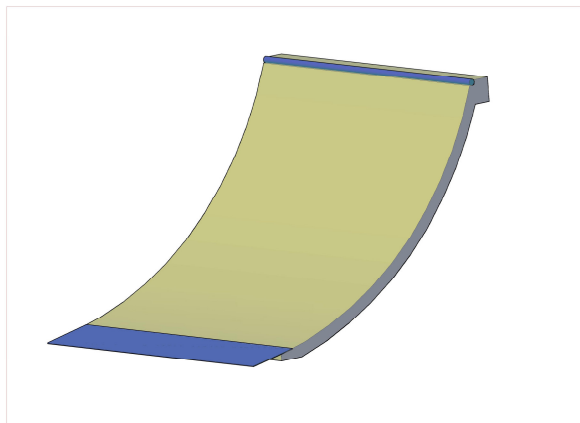
Att kunna beställa en lättillgänglig park i betong via Internet eller broschyr som inte behöver vara stor och dyr är svårt i Sverige eftersom det inte finns någon tillverkare här. Denna rapport kan användas som underlag för idéer, egenproduktion, påtryckningsmedel i kommunhus och som affärsidé, det senare var våran utgångspunkt men på grund av tidsbrist har inte detta varit genomförbart, än. Vi får eventuellt möjligheten att göra några provgjutningar/finjusteringar på strängbetong i Herrljunga och sen får vi se vad som händer därefter.

13.2. Resultat

Här nedan följer en presentation av alla element och deras dimensioner:

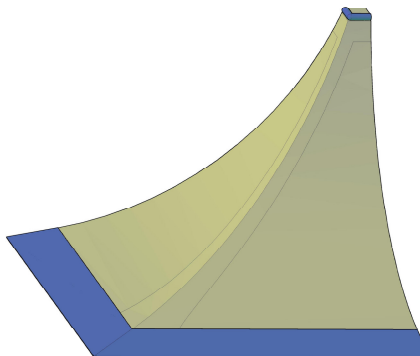
Quarterpipe

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie
QP1	1,42	1,1	0,8	1,6
QP2	1,42	2,2	0,8	1,6
QP3	1,82	1,1	1,2	2
QP4	1,82	2,2	1,2	2
QP5	2,2	1,1	1,6	2,4
QP6	2,2	2,2	1,6	2,4



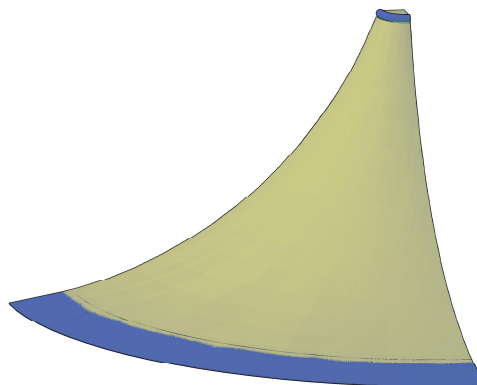
Corner

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie
CQQ1	1,42	1,42	0,8	1,6
CQQ2	1,82	1,82	1,2	2
CQQ2	2,2	2,2	1,6	2,4



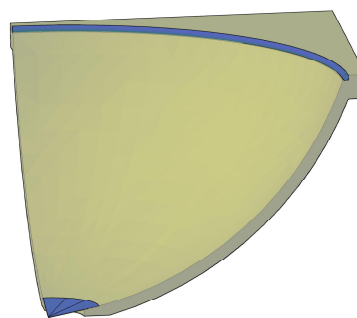
Bowl corner(konvex)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie	
BWV1	2,2	2,2	0,8	1,6	
BWV2	2,2	2,2	1,2	2	
BWV3	2,2	2,2	1,6	2,4	



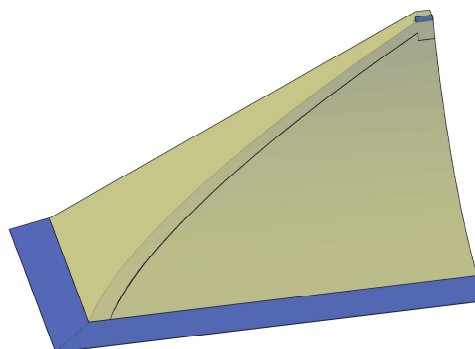
Bowl corner(konkav)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie	
BWX1	1,42	1,42	0,8	1,6	
BWX2	1,82	1,82	1,2	2	
BWX3	2,2	2,2	1,6	2,4	



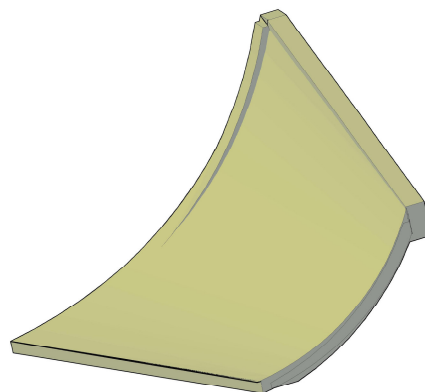
Corner(bank/qp)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie	Vinkel
CBQ1	3,01	1,42	0,8	1,6	16
CBQ2	1,42	3,01	0,8	1,6	16
CBQ3	3,63	2,2	1,6	2,4	26
CBQ4	2,2	3,63	1,6	2,4	26



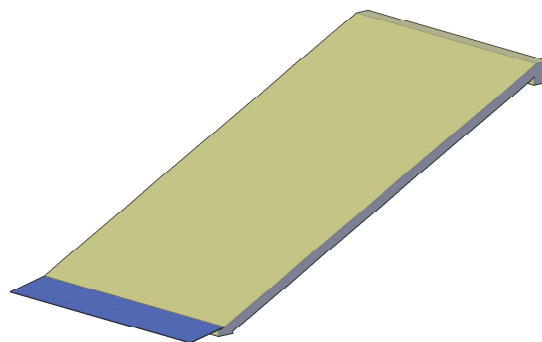
Höjdskiftning

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Radie	Vinkel
HS1	2,2	2,2	1,2-1,6	2-2,4	
HS2	2,2	2,2	1,6-1,2	2,4-2	
HS3	1,82	2,2	0,8-1,2	1,6-2	
HS4	1,82	2,2	1,2-0,8	2-1,6	
HS5	3,63	2,2	0,8-1,6		16-26
HS6	3,63	2,2	1,6-0,8		26-16



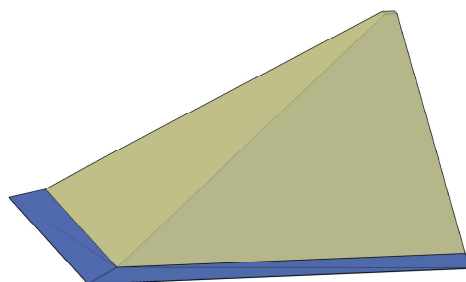
Bank

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
B1	3,01	1,1	0,8	16
B2	3,01	2,2	0,8	16
B3	1,98	1,1	0,8	26
B4	1,98	2,2	0,8	26
B5	3,63	1,1	1,6	26
B6	3,63	2,2	1,6	26



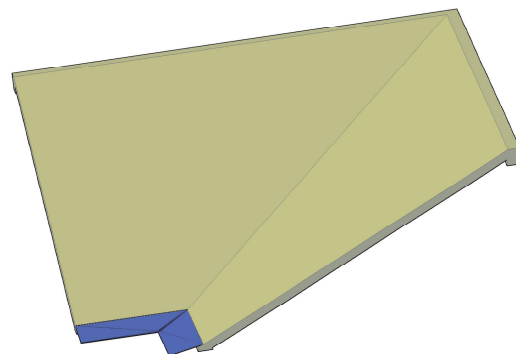
Bank corner(konvex)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
CBBX1	3,01	3,01	0,8	16
CBBX2	1,98	1,98	0,8	26
CBBX3	3,63	3,63	1,6	26



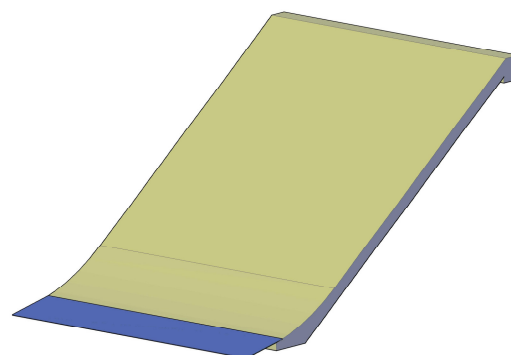
Bank corner(konkav)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
CBBV1	3,3	3,3	0,8	16
CBBV2	2,2	2,2	0,8	26
CBBV3	4,4	4,4	1,6	26



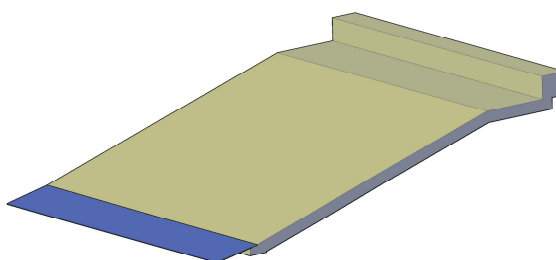
Bank(transition)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel	Radie
BT1	2,66	1,1	1,6	37	1,6
BT2	2,66	2,2	1,6	37	1,6



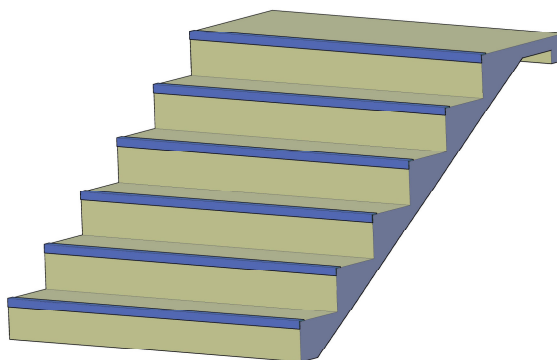
Bank Eurogap

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
BE1	3,01	1,1	0,8	16
BE2	3,01	2,2	0,8	16



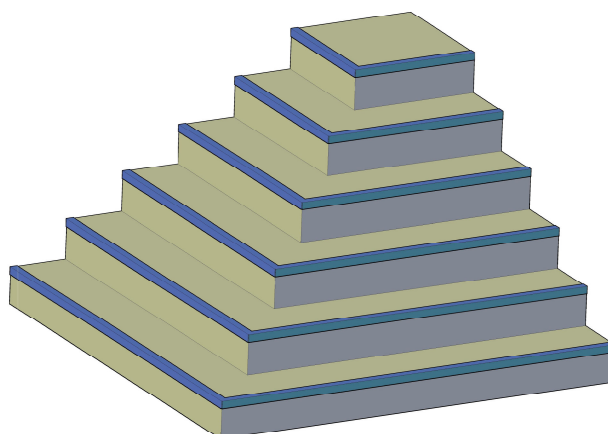
Trappa

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd
T1	1,47	1,1	0,8
T2	1,47	2,2	0,8
T3	2,87	1,1	1,6
T4	2,87	2,2	1,6



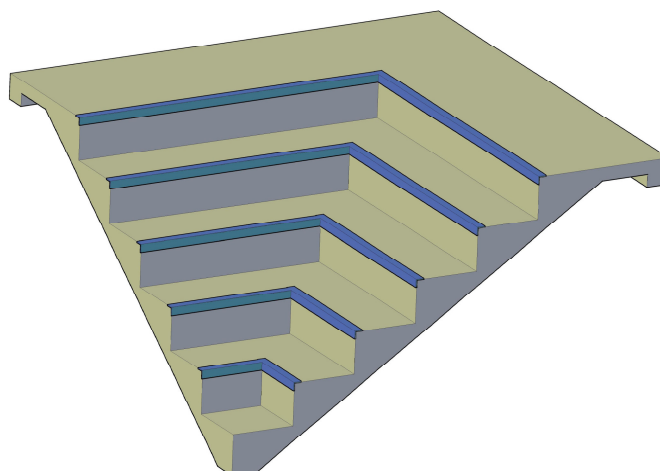
Trappa(konvex)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd
TX1	1,47	1,1	0,8
TX2	1,47	1,1	1,6



Trappa(konkav)

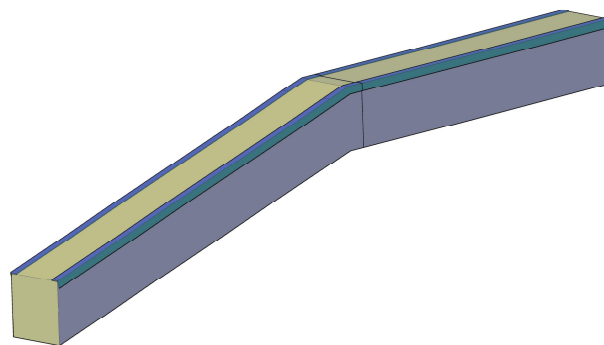
Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd
TV1	2,2	2,2	0,8
TV2	3,3	3,3	1,6



Ledge

Artikel

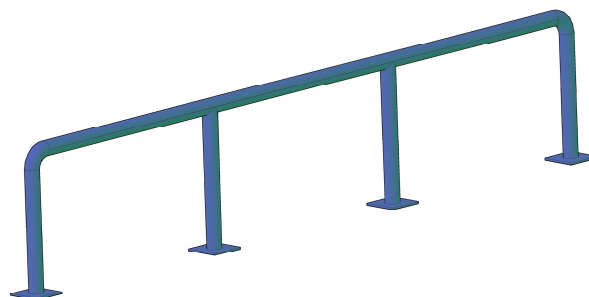
nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
L1	2,73	0,4	0,4	16
L2	2,73	0,4	0,6	16
L3	2,2	0,4	0,4	0
L4	2,2	0,4	0,6	0
L5	2,2	0,4	0,4	0
L6	2,2	0,4	0,6	0



Rail

Artikel

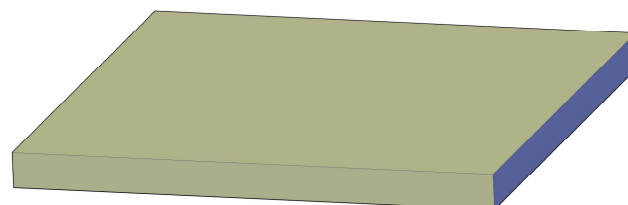
nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
R1	2,73	0,05	0,4	16
R2	2,73	0,05	0,6	16
R3	2,2	0,05	0,4	0
R4	2,2	0,05	0,6	0
R5	2,2	0,05	0,4	0
R6	2,2	0,05	0,6	0
R7	3,01	0,05	0,8	26
R8	3,63	0,05	0,8	26



Plata

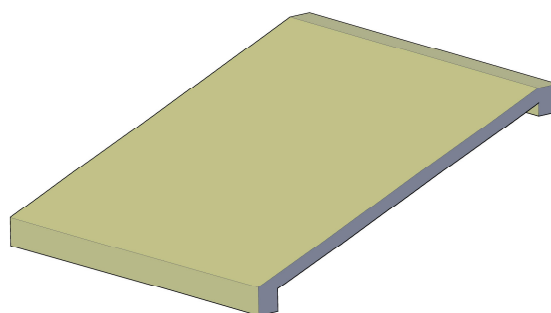
Artikel nr.

Längd	Bredd
PL1	1,1
PL2	2,2
PL3	2,2



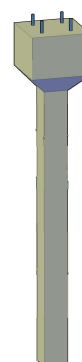
Platå(lutande)

Artikel nr.	Längd	Bredd	Höjd	Vinkel
PLL1	2,2	1,1	0,8-1,2	11
PLL2	2,2	1,1	0,8-1,6	21
PLL3	2,2	1,1	1,2-1,6	11
PLL4	2,2	2,2	0,8-1,2	11
PLL5	2,2	2,2	0,8-1,6	21
PLL6	2,2	2,2	1,2-1,6	11



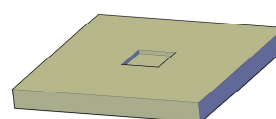
Pelare

Artikel nr.	Höjd	Stöd
PE1	0,8	1
PE2	0,8	2
PE3	0,8	4
PE4	1,2	1
PE5	1,2	2
PE6	1,2	4
PE7	1,6	1
PE8	1,6	2
PE9	1,6	4



Pelarfot

Artikel nr.	Längd	Bredd
F1	0,5	0,5



14. Referenser

14.1. Litteratur

Svenska Betongföreningen (1997). *Stålfiberbetong*. Betongrapport nr 4, Stockholm

T Herzell (1996), Betongens yta. Byggforskningsrådet.

Concrete® Sportanlagen GmbH (2004), *Skatecatalogue 2004*,

Engström, H (2004), *Beräkning av betongkonstruktioner*, Undervisningsskrift 04:7, Göteborg

Johansson, P och Vretblad, B (1995). Byggformler och tabeller, Nionde Upplagan. Liber, Trelleborg.

Sällfors, G (2001), Geoteknik, Tredje upplagan. Göteborg

14.2. Elektroniska källor

<http://www.stapelbaddsparken.se/skatepark.asp> Stapelbäddsparken, Malmö.

<http://loke.syh.fi/~lnyqvist/betotek/Formningsteknik.pdf> SYH, Sveriges yrkeshögskola, Finland. Betongteknik 2.

<http://www.heidelbergcement.com/se/sv/betongindustri/home.htm> Betongindustri AB, Stockholm.

<http://www.byggamedprefab.se/> Bygga med Prefab, Betongvaruindustrin, Stockholm

<http://209.85.129.104/search?q=cache:grimqgTrF38J:www.infra.kth.se/cdu/pagaendeprojekt/pagae%2520pdf/Brounderhall.pdf+silaner+siloxaner+milj%C3%B6&hl=sv&ct=clnk&cd=5&gl=se> Aktivtbrounderhåll – en förstudie. Rapport 65 brobyggnad. Silfwerbrand J. 2002

14.3. Muntliga källor

Ingmar Löfgren, tekn dr, Fiberbetong, 28 April 2007, Färdig betong Ringögatan 14

Bosse Malthed, försäljare, 21 Maj 2007, Kynningsrud kran AB, Göteborg Deltavägen 12

Krister, försäljare, 21 Maj 2007, Mölndal HML transport

Bilaga 1 Beräkningar

Innehålls förteckning

	Sid
1 Dimensionering	1
2 Pelarupplag	3
3 Pelarkropp	7
4 Balk	10
5 Quarter pipe	14
6 Platta	17

Dimensionering

Brott gränstillstånd

Balk

Mest kritiskt då balk belastas av plattform och överbyggnad i form av pelare och Quorter Pipe.

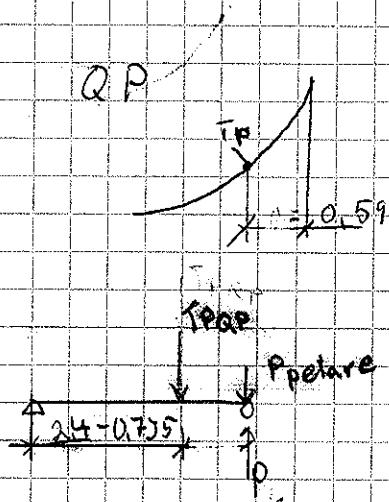
$$\text{Egenvikt (plattform)}: G = (4(0,14 \cdot 0,16 \cdot 2,2) + 1,9^2 \cdot 0,04) \cdot 24 = 8,2 \text{ KN}$$

Variabel last: 5 kN/m

$$q_d = \frac{8,2}{4} + 1,3 \cdot 5 = 8,5 \text{ KN/m}$$

$$\text{Överbyggnad: } QP = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 0,10^2 \cdot 24 = 6,3 \text{ kN}$$

$$\text{Max } H = 1,2 \text{ m} \quad P_{\text{pelare}} = 0,8 \cdot 0,1^2 \cdot 24 + 0,25^2 \cdot 0,2 \cdot 24 = 0,5 \text{ KN}$$



$$P = \frac{P_Q}{l} + P_{\text{pelare}} = \frac{6,3 \cdot (2,2 - 0,78)}{2,2} + 0,5 = 5,1 \text{ kN}$$

Punkt last: $P = 5,1 \text{ kN}$

QP

Eigenwert $g = 0,1 \cdot 1 \cdot 24 = 2,4 \text{ kN/m}$

Variabel $q = 4,5 \text{ kN/m}$

$$q_{dp} = g + 1,3q = 2,4 + 1,3 \cdot 4,5 = 8,25 \text{ kN/m}$$

Platte

Eigenwert $g = 0,04 \cdot 24 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Variabel $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$

$$q_{dp} = g + 1,3q = 0,96 + 1,3 \cdot 5 = 7,46 \text{ kN/m}^2$$

Pelare

Betong 40K

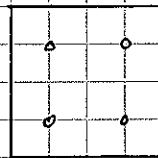
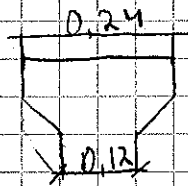
$$f_{cc} = 17,3 \text{ MPa}$$

SK 2

Armering B500

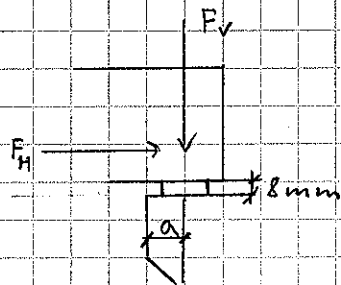
Upplag

A₂ Plint + upplag med mellanlägg av syntetiskt gummi



4st

Dimensionering

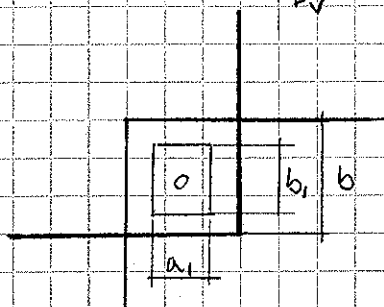


$$F_v = R_A + g$$

$$R_A = 16,7 \text{ kN}$$

$$g = g_p + \frac{g_{sp}}{2} = 0,7 + 3,3 = 4,0 \text{ kN}$$

$$F_v = 16,7 + 4 = 20,7 \text{ kN}$$



$$F_H = \frac{q_d \cdot H}{3} = \frac{2,25 \cdot 1,6}{3} = 1,2 \text{ kN}$$

$$F_H = 1,2 \text{ kN}$$

$$\frac{F_H}{F_v} = 0,21$$

Dimensionerings villkor:

- (1) $F_v \leq \sigma_m \cdot a_1 \cdot b_1$
- (2) $F_v \leq 2,5 \cdot f_{cc} \cdot A$
- (3) $F_v \leq \frac{1}{\gamma_m} \cdot K \sqrt{f_{cc}} \cdot ab$

1. $F_v \leq \sigma_m \cdot a_1 \cdot b_1$

$$\sigma_m = 7,6 \text{ MPa}$$

$$a_1 = b_1 = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{Hål för } F_H \text{ stöd } 100 \text{ mm}^2 \Rightarrow a_1 \cdot b_1 - 100 = 60 \cdot 60 - 100 = 3500 \text{ mm}^2$$

$$20,7 \leq 7,6 \text{ E}6 \cdot 0,0035 = 26,6 \text{ kN} \quad \text{OK!}$$

$$A = a_1 \cdot b_1 \leq ab/2 \Rightarrow \text{antag } a = 60 \text{ mm}, b = 120 \text{ mm}$$

2. $F_v \leq 2,5 \cdot f_{cc} \cdot A$

$$20,7 \text{ E}3 \leq 2,5 \cdot 17,3 \text{ E}6 \cdot 0,0035 = 151 \text{ kN} \quad \text{OK!}$$

3. $F_v \leq \frac{1}{\gamma_m} \cdot K \sqrt{f_{cc}} \cdot ab$

$$\gamma_m = 1,15$$

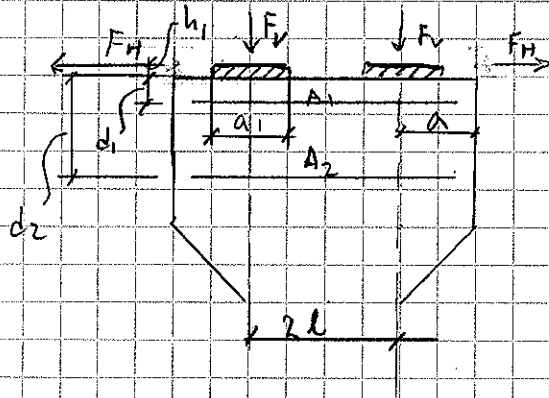
$$K \sqrt{f_{cc}} = 17 \text{ MPa} \text{ enl. Tabell med } c/a = 0,38$$

$$20,7 \text{ E}3 \leq \frac{1}{1,15} \cdot 17 \text{ E}6 \cdot 0,06 \cdot 0,12 = 108 \text{ kN} \quad \text{OK!}$$

Upplag A blir $0,12 \times 0,12 \text{ m}$ med en mellanlägg

$$\text{på } 0,06 \times 0,06 \times 0,008 \text{ m}$$

Spjält armering av betongtopp



$$F_1 = A_1 f_{st} = F_V (1 - a_1/l)/3 + F_H [1 + 2(d_1 + h_2)/3l]$$

$$F_V = 20,7 \text{ kN}$$

$$a_1 = 0,06 \text{ m}$$

$$l = 0,24 - 2 \cdot 0,06 = 0,12 \text{ m}$$

$$F_H = 4,4 \text{ kN}$$

$$d_1 = 0,03 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,008 \text{ m}$$

$$F_1 = 20,7 (1 - 0,06/0,12)/3 + 4,4 [1 + 2(0,03 + 0,008)/3 \cdot 0,12]$$

$$= 8,8 \text{ kN}$$

$$A_1 = \frac{F_1}{f_{st}} = \frac{8,8 \text{ kN}}{395 \text{ MPa}} = 230 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Välj $\varnothing 6 \text{ mm}$

$$F_2 = A_2 F_{st} = \frac{1}{z_2} \left[F_v \left(\frac{a^2}{z+a} - \frac{a}{4} \right) / 2 - F_H (h+y) / 2 \right]$$

$$z_2 \leq \begin{cases} d_2 - y \\ a \end{cases}$$

$$y = 0,2a = 0,2 \cdot 0,06 = 0,012 \text{ m}$$

$$d_2 = 2a = 0,12 \text{ m}$$

$$a = 0,06 \text{ m}$$

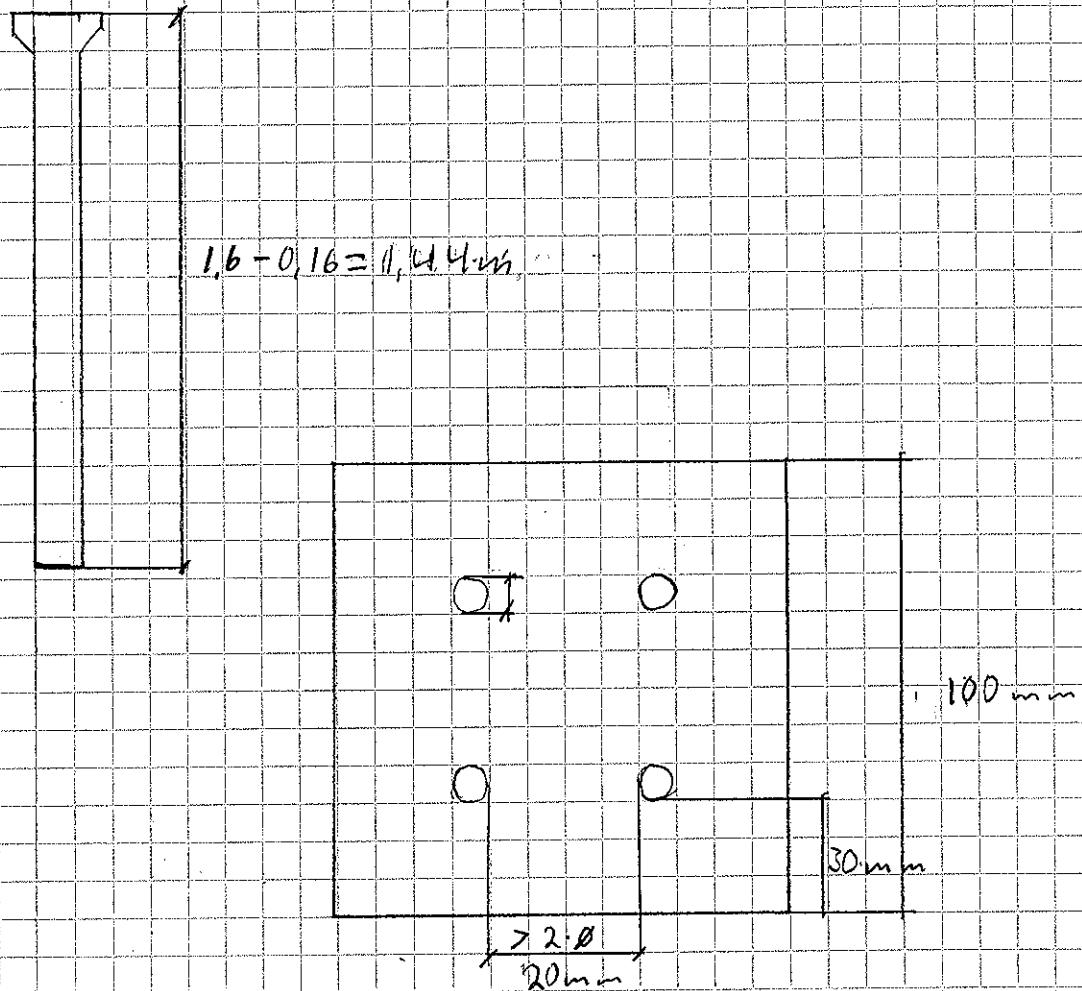
$$z_2 = 0,108$$

$$F_2 = \frac{1}{0,108} \left(20,7 \left(\frac{0,06^2}{0,12+0,06} - \frac{0,06}{4} \right) / 2 - 4,4 (0,008 + 0,012) / 2 \right)$$

$$F_2 = 0,064 \text{ kN}$$

völj 4 mm

Polar kropp



Sk 2

Betong C40 $f_{cc} = 17,3 \text{ MPa}$

Armering B500B $f_{sc} = 395 \text{ MPa}$

$$N_u = K_c \cdot \frac{A_c \cdot f_{cc}}{1 + K_\varphi \cdot \varphi_e} + k_s \cdot A_s \cdot f_{sc}$$

$$N_d = 14 \cdot 20,7 \text{ kN} = 82,8 \text{ kN}$$

$$A_c = 0,10^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\varphi_e = 2 \quad (\text{enl. B07 812c})$$

$$l_c = 1,44 \text{ m}$$

$$h = 0,1 \text{ m}$$

$$\frac{l_c}{h} = \frac{1,44}{0,1} = 14,4$$

enl. Tabell

$$k_c = 0,8$$

$$k_\varphi = 0,12$$

$$k_s = 0,57$$

$$A_s = 314 \text{ cm}^2 = 3,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$N_u = 0,8 \cdot \frac{0,01 \cdot 17,3 \text{ E} 6}{1 + 0,12 \cdot 2} + 0,57 \cdot 314 \text{ E} -6 \cdot 295 \text{ E} 6 = 182,3 \text{ kN}$$

$$N_u > N_d \quad \text{OK!}$$

Excentricitet

$$N_d \cdot e$$

$$N_d = 82,8 \text{ kN}$$

$$e = h/30 = 120/30 = 4 \text{ cm}$$

$$e \geq 20 \text{ mm}$$

$$\text{Välj } 20 \text{ mm}$$

$$M_0 = N_d \cdot e = 82,8 \cdot 0,02 = 1,7 \text{ kNm}$$

$$M = M_0 \cdot c$$

$$c = 0,6 \quad (\text{enligt tabell 86 Bst})$$

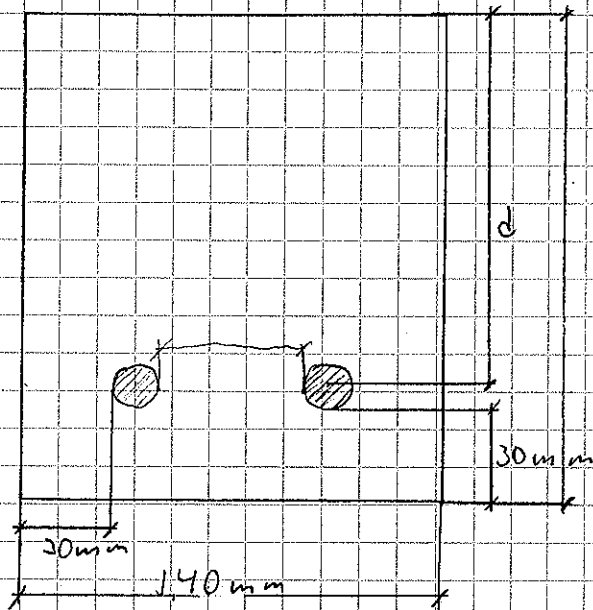
$$M = 1,0 \text{ kNm}$$

Hörnarmörning

$$\phi 4 \text{ mm}$$

$$s \leq 15\phi = 15 \cdot 4 = 60$$

Balk

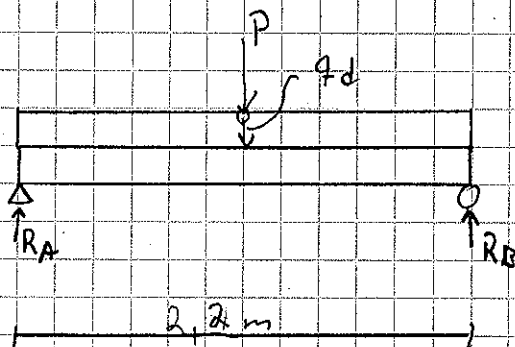


$$d = 160 - 30 - \frac{\phi}{2}$$

160 mm

anfang $\phi = 16 \text{ mm} \Rightarrow$

$\Rightarrow d = 122 \text{ mm}$



Betong KL10

Fiber betong 0,5 %

Armerung B500B

$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{4} + \frac{q l^2}{8} = \frac{5,1 \cdot 2,2}{4} + \frac{8,5 \cdot 2,2^2}{8} = 8,0 \text{ kNm}$$

$$V_{\max} = R_A = R_B = \frac{5,1 + 8,5 \cdot 2,2}{2} = 12,0 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = 8,0 \text{ kNm}$$

$$V_{\max} = 12,0 \text{ kN}$$

$$\bar{m} = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot f_{cc}} = \frac{8 \text{ EJ}}{0,14 \cdot 0,122^2 \cdot 17,3 \text{ EJ}} = 0,222 < \bar{m}_{bal} \text{ ok!}$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,222} = 0,255 < \omega_{bal} \text{ ok!}$$

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cc}}{f_{st}} = 0,254 \cdot 0,14 \cdot 0,122 \cdot \frac{17,3 \text{ EJ}}{395 \text{ EJ}} = 190 \text{ E-6 m}^2$$

$$190 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{vgl. 2st } \varnothing 12 = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2$$

Querkraft

$$V_{\text{tot}} = V_L + V_F = \left[\xi (1 + 50 \rho_s) \cdot 0,30 \left(\sigma_t + 0,41 \cdot \tau_f \cdot F_f \right) \cdot d \cdot b \right]$$

$$\xi = 1,4$$

$$\rho_s = \frac{A_{s0}}{b \cdot d} = \frac{226 \text{ mm}^2}{0,14 \cdot 0,16} = 0,01$$

$$\sigma_t = 1,18 \text{ MPa}$$

$$\tau_f = 4,15 \text{ MPa}$$

$$F_f = (l_f / d_f) \cdot \rho_s \cdot \mu f$$

$$l_f / d_f = 50$$

$$\rho_s = 0,01$$

$$\mu = 0,9$$

$$F_f = 50 \cdot 0,01 \cdot 0,9 = 0,45$$

$$V_L = 1,4 \cdot (1 + 50 \cdot 0,01) \cdot 0,30 \cdot 1,18 \text{ MPa} \cdot 0,14 \cdot 0,16 = 16,6 \text{ kN}$$

$$V_F = 0,41 \cdot 4,15 \text{ MPa} \cdot 0,45 \cdot 0,14 \cdot 0,16 = 8,6 \text{ kN}$$

$$V_{\text{tot}} = 16,6 + 8,6 = 25,2 \text{ kN} > 12,0 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Förankringslängd

$$f_b = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ct}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta = 1,4$$

$$\eta_2 = \frac{1}{5} + \frac{2c}{3\phi}$$

$$c = 24$$

$$\phi = 16$$

$$\eta_2 = 1,33$$

$$\eta_3 = 1,0$$

$$f_b = 1,4 \cdot 1,33 \cdot 1,18 \cdot 6 = 2,20 \text{ MPa}$$

$$l_b = \frac{f_{ct}}{f_b} \cdot \frac{\phi}{4} \leq 800$$

$$l_b = \frac{395}{2,2} \cdot \frac{16}{4} = 718 \text{ mm}$$

Quarter Pipe H 1600



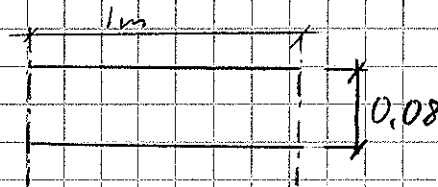
Betong: K40

Fiber: 0,625%

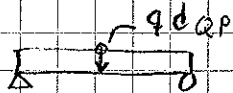
$$a = 0,1 \text{ m}$$

$$r = 2,4 \text{ m}$$

$$\alpha = 54^\circ$$



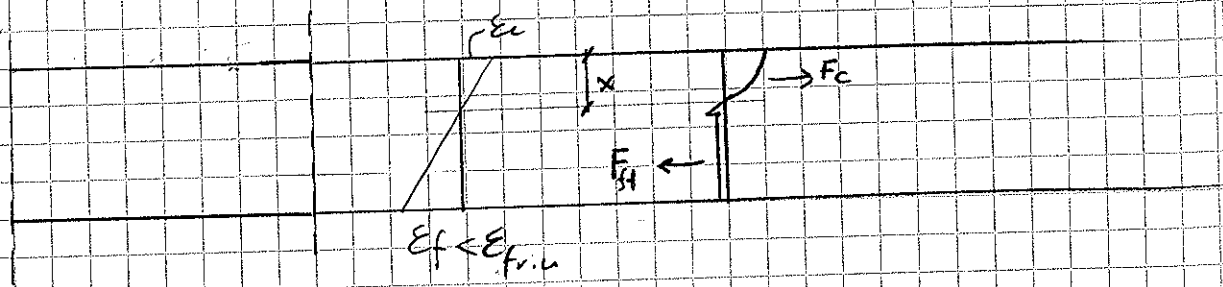
$$s + a = \frac{\alpha}{360} \cdot 2 \pi r + a = \frac{54}{360} \cdot 2 \pi \cdot 2,4 + 0,1 = 2,36 \text{ m}$$



$$q_{dkp} = 8,25$$

$$M_{\max} = \frac{q l^2}{8} = \frac{8,25 \cdot 2,36^2}{8} = 5,74 \text{ kNm}$$

$$V_{\max} = \frac{q l}{2} = \frac{8,25 \cdot 2,36}{2} = 9,74 \text{ kN}$$



$$\rightarrow F_c - F_{st} = 0$$

$$f_{cc} \cdot b \cdot x \cdot \frac{1}{2} = f_{stres} \cdot b \cdot 0,8h \Rightarrow f_{cc} = \frac{f_{stres} \cdot b \cdot (0,8 \cdot h)}{0,2h \cdot b \cdot \frac{1}{2}}$$

$$f_{cc} > \frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,1}{0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,5} = 17,6 \text{ MPa} > 17,3 \text{ ej ok}$$

völj K45

Kantastukning

$$\epsilon_{cc} = \frac{f_{cc}}{E_{cm}} = \frac{17,6}{29,0} = 0,607 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ft} = \epsilon_u \frac{0,8h}{0,2h} = 0,204 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,8}{0,2} = 0,816 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{f,lu} = \frac{3,5}{80} = 4,4 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{f,lu} > \epsilon_{ft} \text{ ok!}$$

$$M_{Rd} = f_{stres} \cdot 0,8h \cdot b \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot h + \frac{1}{2} \cdot 0,8h \right) =$$

$$= 2,2 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,08 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot 0,08 + \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 0,08 \right) = 6,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_d \text{ ok!}$$

Türkraft

$$V_{tot} = V_f = 0,41 \cdot \sigma_f \cdot f_t \cdot b \cdot d$$

$$f_{ct} = 1,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_f = 4,15 \text{ MPa}$$

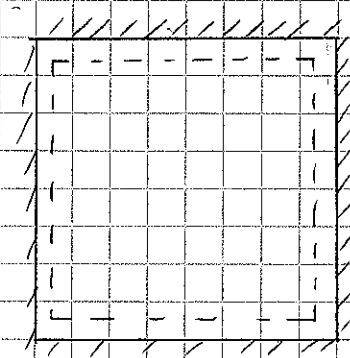
$$F_f = 0,225$$

$$V_{tot} = 0,41 \cdot 4,15 \cdot 0,225 \cdot 0,08 = 30,6 \text{ kN}$$

$$V_{tot} = 30,6 \text{ kN} > 9,7 \quad \text{OK}$$

Platta

Plattelement



Fast inspänn

2,2 x 2,2 m

Teoretiskt spännvidsnett 2,1 x 2,1



Betong K40

fiber 0,625%

$q_{dp} = 7,5 \text{ kN}$

$$M = \text{gräns koeff.} \cdot q_{dp} \cdot b^2$$

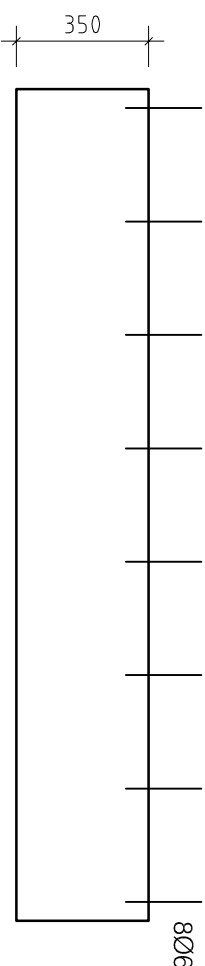
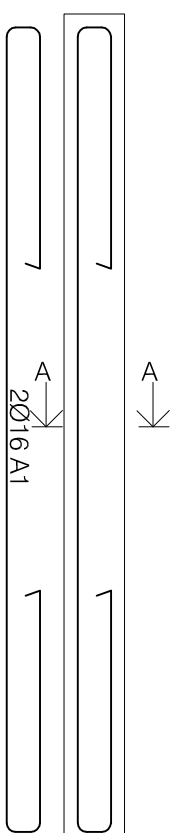
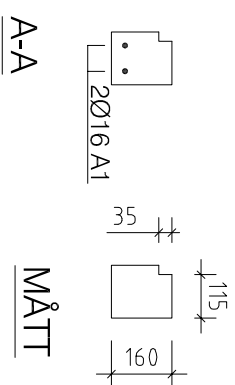
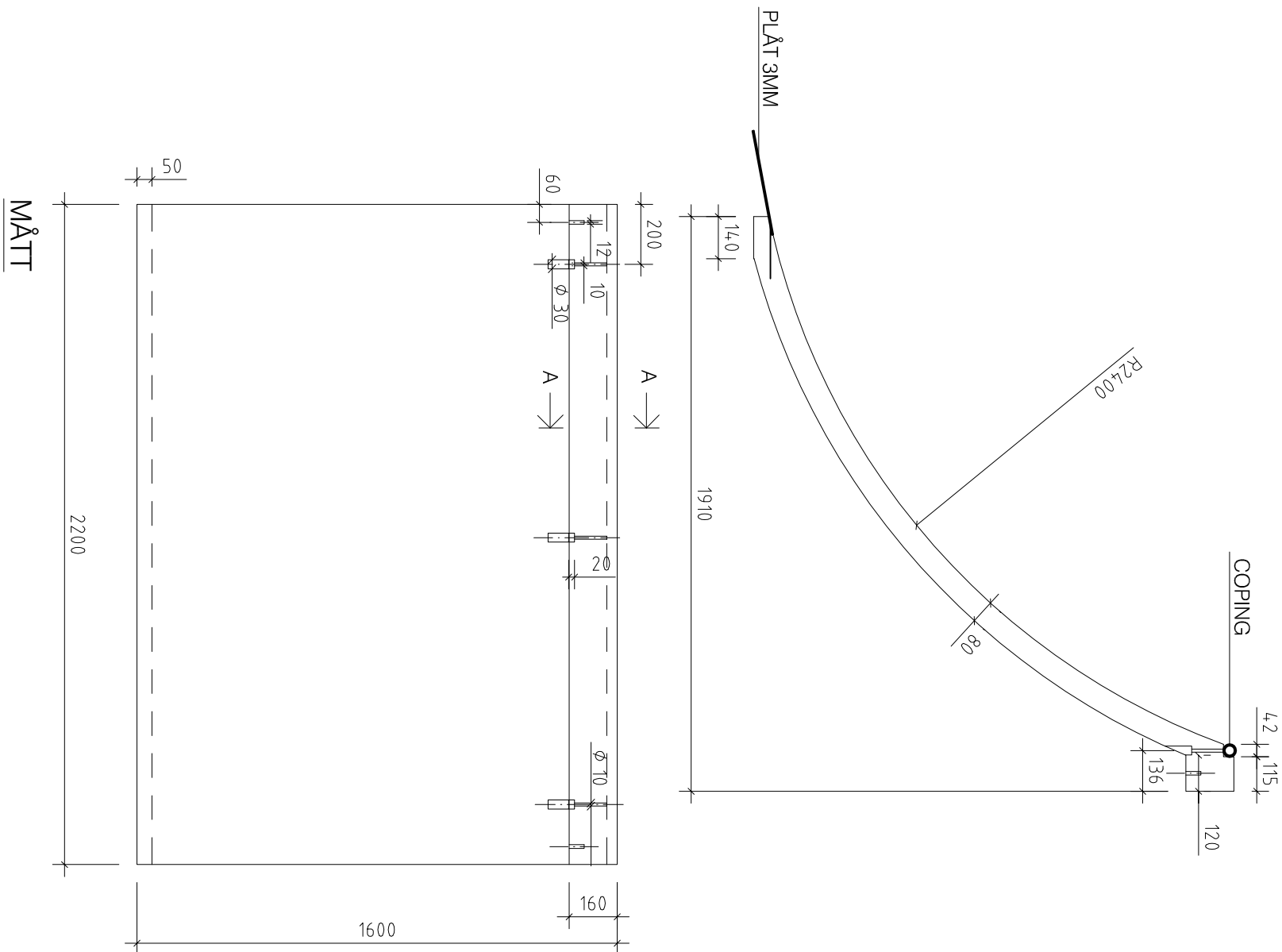
$$\text{gräns koeff.} = 0,0169 \Rightarrow \lambda/b = 1$$

$$M = 0,0169 \cdot 7,5 \cdot 2,1^2 = 0,559 \text{ kNm}$$

$$f_{f1} > M / W = 0,559 \text{ EJ} \cdot 6 / 0,04^2 = 2,10 \text{ MPa}$$

$$f_{f, \text{rest}} > f_{f1} (\eta \cdot \gamma_m) \gamma_m = 2,1 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 3,46 \text{ MPa}$$

så H 3,5 MPa (multipel av 0,5 MPa)

QUARTERPIPE

Radie: 2.4m
Höjd: 1.6m
Längd: 2.2m

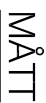
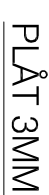
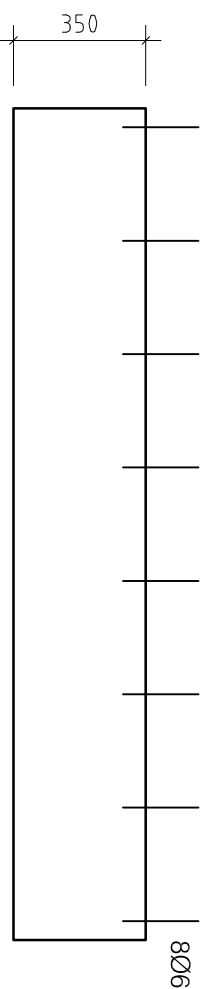
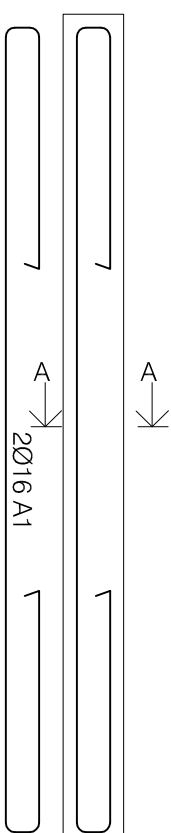
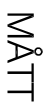
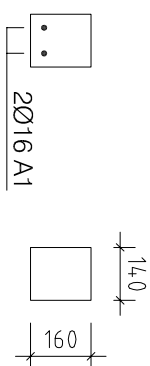
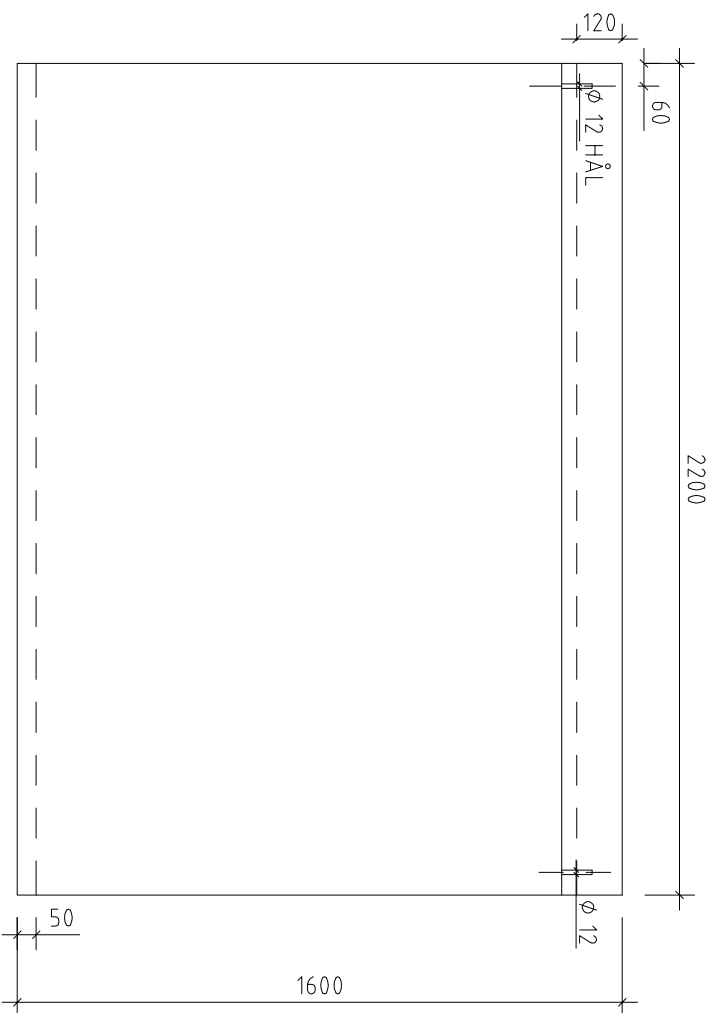
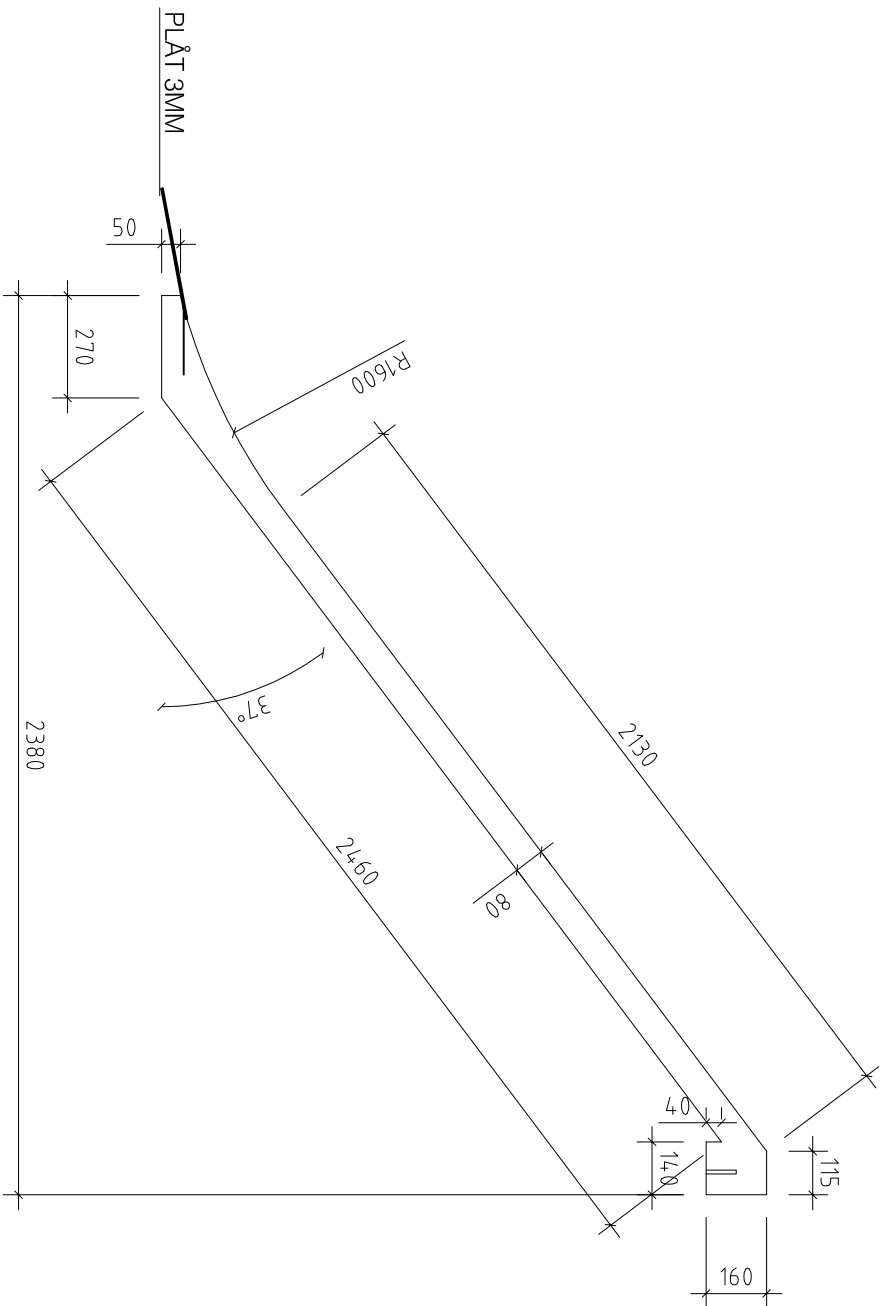
Fibervolum: 0.625% (50 kg/m³)

Armering: B500E

Plåt: 3mm
Gjuts in med påsvetsad
armering.

Håll för fäste av pelare: 12mm
Håll för fäste av coping: 10mm
Coping fästes i efterhand.

BEIT	ANT	ADNOMENBESWER	DATUM	SIGN
QUARTERPIPE CHALMERS LINDHOLMEN BYGGTEKNIK				
GEPÄCKART		ARTID. NR	HANDLINGSBET	
DATUM		ANMÄRKN		
07-05-03				
Jacob Jansson Martin Fahlman				
SOLUS	NUMMER	NUMMER	BET	
1:20	QP6			



BANK

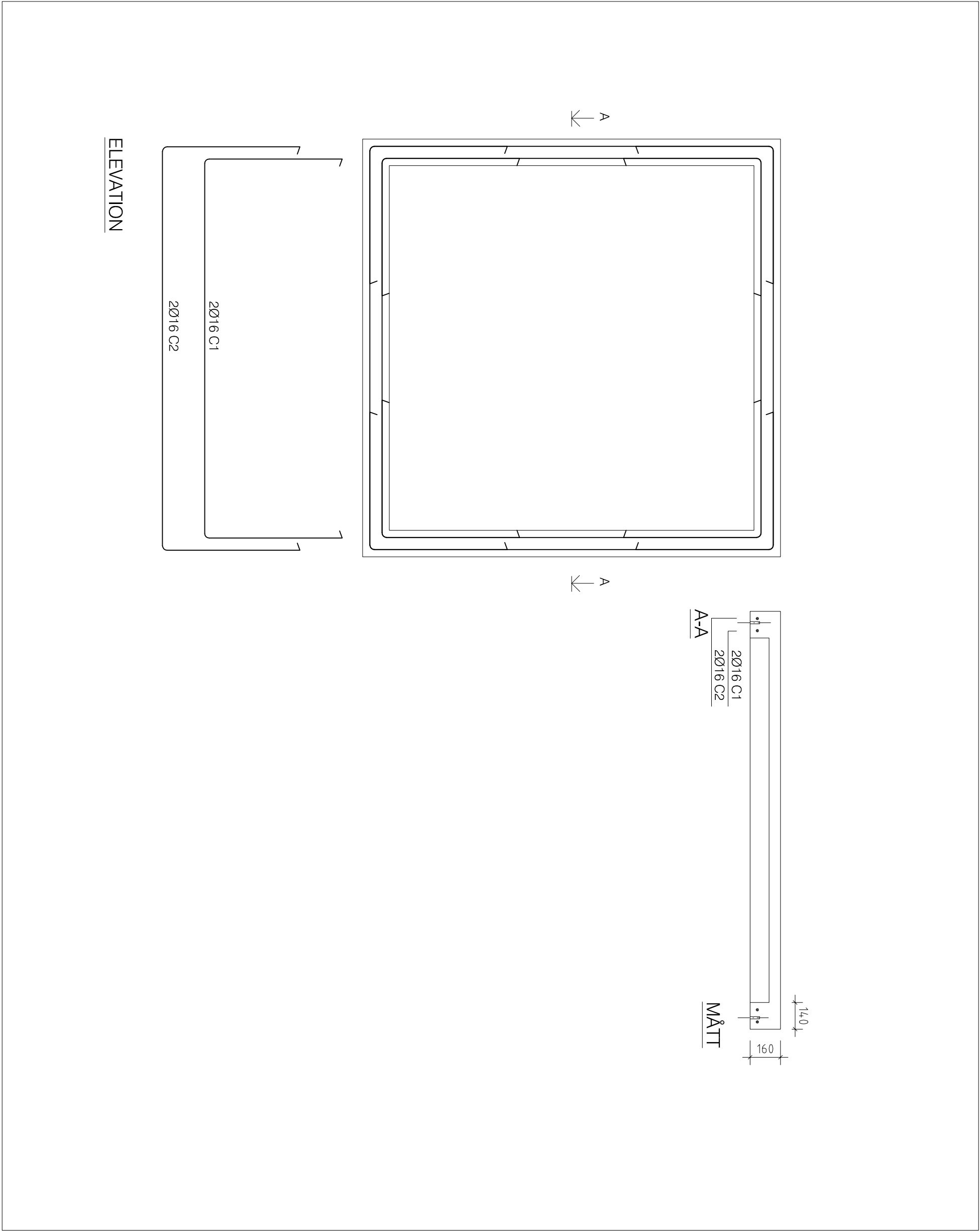
Vinkel: 37°
Höjd: 1.6m
Längd: 2.66m
Radie vid nedkant: 1.6m

Fiberbetong: K45
Fibervolym: 0.625% (50 kg/m³)

Plåt: 3mm
Gluts in med påsvetsad armering.

Hål för fäste av pelare: 12mm

Volym: 0.55m³
Vikt: 1340kg



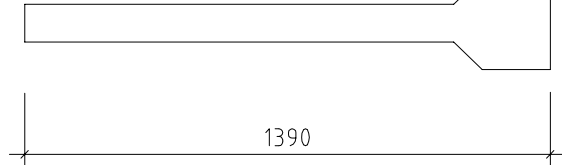
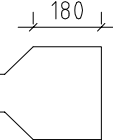
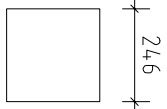
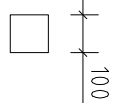
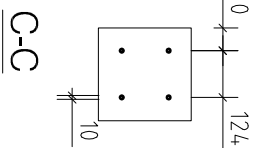
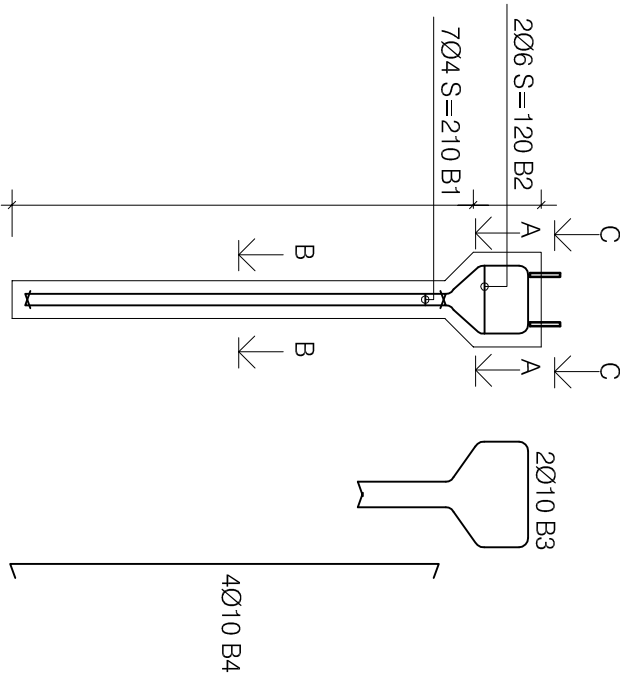
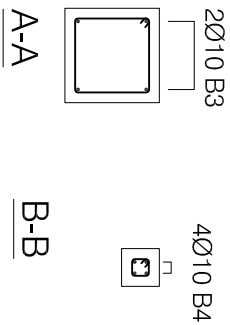
PLATTA

Längd: 2.2m
Bredd: 2.2m

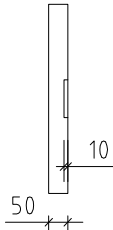
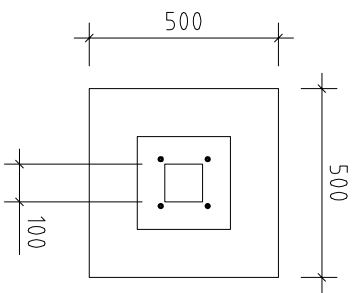
Fiberbetong: K45
Fibervolym: 0.625% (50 kg/m³)

Hål för fäste av pelare: 12mm
Volym: 0.420m³
Vikt: 1010kg

BET	ANT	ÄNDRINGSRANG	DATUM	SKR
PLATTA				
CHALMERS LINDHOLMEN				
BYGGTEKNIK				
UPPDRAG NR	BETÄN	AV	HAND. EGARE	
DATUM	ANSVARIG			
07-05-03	-			
Jacob Jansson				
Martin Fahlman				
SKALA	INMÄNK			
1:20	PL3			
I BET				



ELEVATION



MÅTT

PELARE

Höjd: 1.43m

Betong: K45

Armering: B500B

Vid uppläggning ytan går armeringen diagonalt från höm till höm.

Ingjutningsgoods: Fäste för överdel.
Svetsas fast i den diagonal gående armeringen.

Volym:0.026m³

Vikt: 62kg

BET	ANT	ÄNDRINGEN	ANSEER	DATUM	SKEN		
PELARE							
CHALMERS LINDHOLMEN							
BYGGTEKNIK							
UPPRAGNING	BETÄN	AV	HANDLAGARE				
DATUM	07-05-03	ANSVARIG					
Jacob Jansson							
Martin Fahlman							
SKALA	1:20	NUMMER	PE9				
				I BET			