

Flytbryggor

Trä- och betongpontoner

Oskar Winkelmann

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Oskar Winkelmann
Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Vasa
Inriktning: Byggnadskonstruktion
Handledare: Anders Borg

Titel: Flytbryggor - Trä- och betongpontoner

Datum: 5.6.2024

Sidantal: 23

Bilagor: 0

Abstrakt

Detta examensarbete behandlar planering och tillverkning av olika sorters trä- och betongpontoner, alltså flytbryggor. Arbetet fokuserar främst på tre olika sorters flytbryggor som beskrivs allmänt samt med dess för- och nackdelar.

Genom arbetet kommer det beskrivas olika delar av flytbryggor och vilka material som används för tillverkningen och genomförandet av placeringen för olika flytbryggor. Det kommer omfatta betongens tillämpning och egenskaper, vilka krävs för att uppnå ett ändamålsenligt resultat. Det diskuteras även cellplastens och armeringens betydelse och plats.

Därefter kartläggs faktorer för ändamål och placering som påverkar arbetet och planeringens omfattning. Det innebär huruvida natur, material och omgivning kan försvåra arbetet eller kräva mer anpassningar för tillverkningen och placeringen av den specifika bryggan.

Planering och beräkning är en del av arbetet och görs som en skriftligt utformad beskrivning av en brygga och dess delar. Den delen kommer ske på en kunds beställning och kommer även innebära att dimensioner och material att genomgå. Kundens beställning har kommit till Winkelmanns bygg vilket är den professionella som ska utföra hela arbetet med planering och produktion.

Efter de teoretiska delarna följer arbetet även upp med grunderna för beräkningarna utav olika sorters flytbryggor och dess alla delar samt vilka aspekter som behövs ta i beaktande för att åstadkomma ett flytande resultat i enlighet med omgivningen.

Språk: Svenska

Nyckelord: Betongponton, flytbrygga, konstruktion

BACHELOR'S THESIS

Author: Oskar Winkelmann
Degree Programme: Civil and Construction Engineering, Vaasa
Specialisation: Structural Design
Supervisor(s): Anders Borg

Title: Floating Docks – Wooden and Concrete pontoons

Date: 5.6.2024

Number of pages: 23

Appendices: 0

Abstract

This thesis addresses the planning and manufacturing of various types of wooden and concrete pontoons, commonly known as floating docks. The work primarily focuses on three different types of floating docks, which are described in general terms along with their advantages and disadvantages.

The thesis will describe various components of floating docks and the materials used for their construction and placement. It will cover the application and properties of concrete necessary to achieve a functional result. The importance and role of foam, plastic and reinforcement will also be discussed.

Subsequently, factors related to the purpose and location that affect the work and scope of planning will be outlined. This includes how nature, materials, and surrounding environment might complicate the work or require more adjustments for the construction and placement of the specific dock.

Planning and calculation are part of the work and will be presented as a written description of a dock and its components. This part will be conducted based on a customer's order and will include the examination of dimensions and materials. The customer's order has been placed with Winkelmanns Bygg, the professional company responsible for the entire planning and production process.

Following the theoretical sections, the thesis will also cover the fundamentals of calculations for different types of floating docks and their components, as well as the aspects that need to be considered to achieve a floating result in harmony with the surroundings.

Language: Swedish

Key words: Concrete pontoon, floating bridge, construction

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Uppgift och syfte	1
2	Flytbryggor	2
2.1	Betongponton.....	2
2.1.1	Produktion	5
2.1.2	Cellplast.....	7
2.1.3	Armering.....	8
2.1.4	Betong.....	8
2.1.5	Betongens egenskaper	10
2.2	Flytbrygga av trä	12
2.2.1	Planering och produktion	12
2.2.2	Komponenter att observera.....	13
2.3	Kombinerad trä-betongbrygga.....	13
3	Skillnader och jämförelser.....	15
3.1	För- och nackdelar med flytbryggor.....	16
3.2	Underhåll	17
4	Planering för kundbeställning.....	17
4.1	Tillverkningen enligt kundens begäran	18
4.2	Aspekter som särskilt beaktas.....	18
4.3	Förtöjning och förankring	19
5	Grunder för uträkning.....	19
6	Resultat	20
7	Diskussion.....	22
8	Källförteckning.....	23

1 Inledning

De flesta som har varit på sjön eller havet har sett, använt eller gått på någon sorts ponton, när de har stigit ombord eller av båten dom åkt. Vanligare är att det är företag som äger betongponton eller att de är statligt ägda i småbåtshamnar eller som badbryggor till allmänheten. Det är dock inte onormalt att som privat person äga en betongponton brygga för att ha båten vid eller en mer simpel flytbrygga av trä att kunna simma från.

1.1 Bakgrund

Jag valde trä- och betongponton som examensarbete för att jag har tidigare jobbat en hel del med olika betongkonstruktioner då jag har gjutit sulor, plattor, väggar, balkar, valv med mera. Jag har även som byggare arbetat med mycket olika träkonstruktioner och planeringen av sådana, för olika ändamål. Jag är dessutom intresserad av skärgården och sjölivet så det är en bra kombination av dem båda för mig.

1.2 Uppgift och syfte

Syftet med detta examensarbete är först och främst att ta reda på vilka kombinationer av trä- och betongmaterial erbjuder den bästa balansen mellan hållbarhet och miljöpåverkan för konstruktion av pontoner i marina miljöer? Att framföra och beskriva olika faktorer som skall uppmärksammas och tas i beaktande under en konstruktion av trä- och betongponton. Materialens egenskaper och pontonens delar kartläggs och identifieras. Vilka är de miljömässiga fördelarna och nackdelarna med att använda trä jämfört med betong i flytbryggskonstruktioner? Vad är den förväntade livslängden för en trä-betongponton jämfört med en helbetong- eller helträponton? Vilka underhållsstrategier är mest effektiva för att förlänga livslängden hos trä-betongponton? Därefter kommer det även beskrivas upplägget för en specifikt planerad ponton, i både trä- och betong som jag gör på min kunds begäran. För den specifika kunden kommer jag utgå från att det är genom företaget Winkelmanns bygg som beställningen gjorts och hur jag som professionell skulle ta mig an projektet.

2 Flytbryggor

Flytbryggor omfattar den typen av brygga som flyter på vattnet med hjälp av olika flytkroppar. Flytkropparna kan bestå av betong, plast eller aluminium, som i sin tur fylls med cellplast för att uppnå en flytande helhet. Då det kommer till flytbryggor finns det flera tillvägagångssätt och material att nyttja. Det vanligaste förekommande är trä- och betongpontoner samt lätta flytbryggor av trä med flytkroppar av plast. Dessa används både vid allmänna hamnar samt vid privatägda ställen. Det mest stabila av de tre alternativen är en betongponton då dess vikt håller den stadigt på plats medan en flytbrygga i trä är ett billigare alternativ. Dock är en flytbrygga av trä inte lika stadig som en gjord av betong. Sedan kan man även kombinera dessa två för att få hållbarheten av betongens hårda yta som flytkraft och träets fina övre del som binder ihop betongflytkropparna. (Allabryggor, 2016).

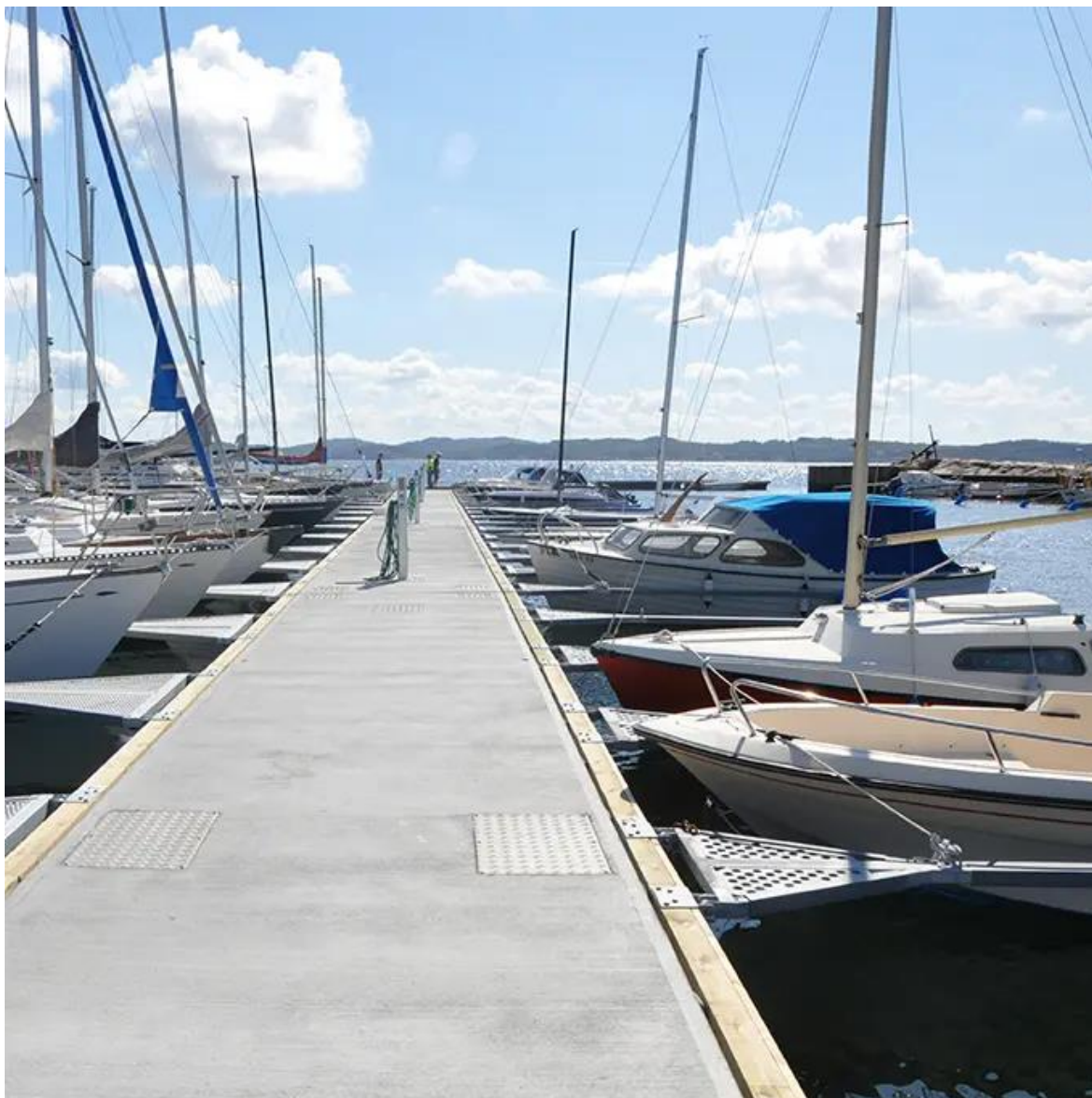
Betongpontoner används främst i småbåtshamnar men kan även tillämpas för att passa till privatägda platser. Betongpontoner utformas och produceras enligt önskemål vilket gör att det är lätt att planera en ponton för olika ändamål, syften och platser. En flytbrygga av trä kan vara ett lämpligare alternativ då det handlar om badplatser eller ett privat sjöställe. Den är dessutom billigare att tillverka och lättare att ordna transport och installation för. Kombinerad trä- och betongponton är ett stabilt och estetiskt tilltalande alternativ vilket kan lämpa sig bra vid sommarstugor eller privatägda villor. (A-laiturit, u.d).

Flytbryggor går att utforma och beställa helt enligt önskemål och syfte vilket i sin tur utgör en viss utmaning för den professionella. Det kräver lite extra fokus på planering och anpassning för att upprätthålla ett gott arbete och resultat. Det är dessutom viktigt att ifall beställaren inte redan klurat ut det så krävs det mer information om lagar, bygg- och marklov samt bestämmelser för den specifika platsen bryggan önskas till. (Holmberg, 2020).

2.1 Betongponton

En betongponton kan bidra med stor stabilitet och bärighet samt konstrueras för ställen som annars upplevs utsatta av väder och vind. Pontonen har dessutom vågdämpande egenskaper och kan tillämpas på flera olika sätt för kundens eller platsen ändamål, önskemål eller syfte. En betongponton med cellplast uppnår en hög nivå av flytförmåga

tillsammans med en hög grad av stabilitet som då gör den praktiskt taget osänkbar. En betongpontong är gjorda för att uppnå en livslängd på cirka 50 år och tillverkas i olika storlekar och med olika hög bärförmåga. (Roy, Wagle, Vaghasiya, & Wadekar, 2019). I figur 1 kan man se en betongpontong belägen i en småbåtshamn som i detta fall är försedd med båtbommar.



Figur 1. Betongpontong i småbåtshamn (Rixö Bryggan, 2024).

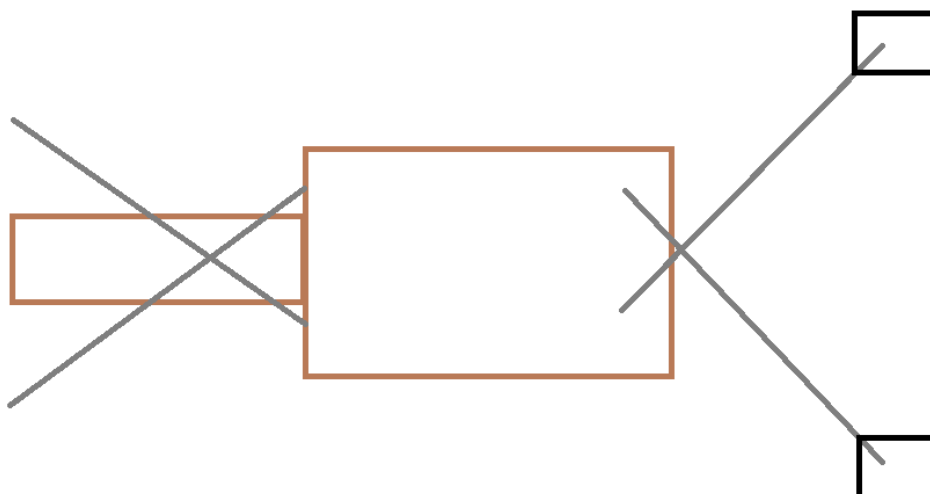
En betongpontongbrygga består i regel av tre olika material. Dessa material är betong, armering och polystyren. Det kan verka som en betongpontongbrygga borde sjunka men eftersom en stor del består av polystyren, som är mest luft, motverkas detta så att betongbryggorna inte kan sjunka. Cellplasten, alltså polystyrenen, skall vara i mitten av betongpontongen, runt cellplasten kommer sedan armeringen och därefter betongen som då omger de andra två byggmaterialen. Lagret med betong ska täcka

minimiskiktjocklekskraven, i enlighet med vad som gäller om pontonen ska vara placerad i söt- eller saltvatten. Dessutom tas det i detta skede i beaktande den planerade livslängden för pontonen. Toppen av en betongpontonbrygga kan variera. Det är möjligt att skrapa ytan så den inte blir så hal eller så går det att lägga impregnerat virke på. Storleken är också väsentlig för användningsändamålet. Detta är alltså saker som behövs veta om innan man börjar planera en betongpontonbrygga. (TopMarine, 2024).

För betongpontoner är en viktig del av konstruktionen också fastsättningarna till landområdet. En del orsaker till misslyckad helhet av bryggans konstruktion är otillräckliga eller bristfälliga förankringar och dess fastsättningar. Vid planering och placering av pontoner krävs extra observation för hur utsatt stället är för olika vattennivåer och strömmar, därmed övervägs också alternativen för placeringen och om det är möjligt att finna ett mer skyddat ställe för bryggan. Det kommer vara avgörande för hurdana förankringar och fastsättningar som krävs för bryggans stabilitet och trygghet. (Neese, 2002 s.15).

Förankringar har störst hållkraft när vinkeln från dem till fästpunkten är 45 grader. Korskedjning av förankringarna (att fästa en kätting på ena sidan av ramen och placera en kätting på motsatt sida) ger ytterligare hållkraft. Trossar bör inte vara under konstant spänning. De bör ha en tillräcklig längd så att kättingarna bildar en kurva från förankringarna till bryggan. Kurvan tillåter mindre förändringar i vattennivån och rörelse av bryggan. Bryggor bör ha minst två förankringar (en på varje sida) vid änden. Bryggor som utsätts för hårt väder bör ha en stormförankring placerad i riktning mot de rådande vindarna med kättingen fäst vid bryggans ände och under lätt spänning. (Neese, 2002, s.17).

Vid val av betongponton så är bryggans vikter väsentliga för att de ska förankra bryggan på sin plats, vilket också innebär dess vikt måste vara hög. Förankringen för betongpontonbryggor sker med sammansättningar av kättingar, som placeras in i berg, och betongklossar som sänks ner under vattnet. Kättingarna ska fästas i kors om varandra för att uppnå optimal stabilitet och orörlighet. I figur 2 här nedanför finns det en översikt för förankringens principer och i figur 3 en placerad förankring vid en brygga. Vanliga vikter på bryggor omfattar specifika vikter på 700, 1200 eller 2000 kg beroende på för hurdant användningsändamål det görs. (Lip-lap, u.d).



Figur 2. Principerna för förankringen av en flytbrygga. (Winkelmann, 2024).



Figur 3. Förankringar med kättingar. En betongponton vid en småbåtshamn. (Winkelmann, 2024).

2.1.1 Produktion

För att kunna tillverka en betongponton behövs först och främst en form att gjuta pontonen i. Betongformen måste vara tillräckligt stor för att få önskad storlek på pontonen, men formen måste även hålla för trycket som betongen kommer utsätta betongformen för. Formen för gjutningen är beroende av betongens volym eftersom det påverkar den resulterande flytkraften, stabiliteten och lastkapaciteten. Genom att noggrant planera designen utav pontonens volym går det att uppnå en välbalanserad och effektiv brygga, som sedan kan uppfylla specifika behov och användningsområden. Betongformen kan vara

byggd utav flera olika material men den vanligaste formen som används flera gånger är en ram av stål och en träskiva (plywood) som blir ytan mot betongen. Före gjutningar påbörjas skall plywooden behandlas med en olja som gör det lättare att putsa och återanvända formen igen efter gjutningen. En betongform byggd av bara trä är också möjligt att gjuta i men det klarar inte av lika många gjutningar jämfört med en färdig form. En färdig form behövs alltså inte rivas isär efter varje gång den varit i användning. (Suomen betoniyhdistys ry, RIL 149–2019, s.78–79).

Efter att en typ av form har valts så sätts den upp i rätta vinklarna. Vill man ha en rektangulär betongponton skall hörnen vara 90 graders vinkel och sedan skall diagonalmåttet tas och se att det är detsamma som den andra diagonalen så formen inte är osymmetrisk. Betongformens sidor skall även stödas ner mot marken så inte formen faller bakåt under processen. Gjutningen kräver förarbete vilket handlar om att rengöra och vattna formarna. Rengöringen behövs göras eftersom byggavfall, till exempel sågspån och brädbitar, försämrar egenskaper i betongen som omfattar utseende, täthet och hållfasthet. Vattningen görs för att formarna inte ska suga åt sig vattnet från betongmassan under processen. (Gustavsson, 2011, s.56). Sedan kan nästa steg påbörjas vilket är självaste pontonen. Alltså görs det genom att lägga ut armeringsnät, armeringsstänger och distansklossar så all armering blir täckt av ett täcksikt betong på en tjocklek på 35 mm. Täcksiktet kan variera beroende på konstruktionens armering, planerad livslängd, korrosionsrisk och kraven på förankring (Gustavsson, 2011, s.93). Efter att armeringen är på plats så läggs även kättingbrunnar, lyftöglor och annat tillbehör som skulle behöva vara ingjutet fast i armeringen. Med det på plats så får polystyrenen fyllas på i mitten av allt som sedan också ska armeras på den övre sidan. I detta skede används återigen distansklossar som hjälpmedel. Efter att allt är på sin plats, övre delen och resten av armeringen är fastnadjade så kan gjutningen påbörjas. (Gustavsson, 2011, s.44).

Betonggjutningen skall ske sakta och jämnt, man börjar med att fylla ett lager av betong på locket så det håller sakerna lite mera på plats. Därefter börjar man fylla upp sidorna av formen så trycket också kommer jämnt. Om man inte fyller upp jämnt utan bara håller allt från en sida så kan det hända att trycket på polystyrenen knuffar polystyrenen till andra sidan, vilket också flyttar på armeringen. Detta kan leda till exponerade armeringsjärn eller att pontonens tyngdpunkt ändras och flyter ej i balans. När pontonen är fylld skall betongen vibreras så luftbubblor i betongen kan frigöras. Detta kan kräva att mera betong behövs för

att minimitjockleken skall täckas. Betongvibratorn ger även locket en ganska fin yta så man behöver inte fixa det lika mycket då. Betongvibratorn kan lutas eller läggas vågrätt i betongmassan för att få bättre resultat. Detta sker genom flera nedstickningar i massan vilket varierar beroende på formens storlek. Ytan skall sedan borstas så pontonen inte är för hal eller så kan man klä locket med impregnerat virke om man hellre önskar det. Då ytan är färdig borstad så den går att gå på eller om tryckimpregnerat virke skall klä den, så väntar man på att betongen skall härda. (Gustavsson, 2011, s.55).

Nedplockningen av betonggjutformen kan påbörjas när betongen har härdat. När betongen härdat, innan rivning utav formen kan göras, bör den ha uppnått en viss hållfasthet. Hållfastheten bestäms av cementpastans hållfasthet som utgörs av egenskaperna i dess vct (Almssad & Lindberg, 2015 s.285). Efter att gjutformen är nedplockad skall pontonen sprutas med efterbehandlingsmedel för att undvika bildning utav sprickor under torkningsprocessen. (Gustavsson, 2011 s.43).

2.1.2 Cellplast

Expanderad polystyren eller något motsvarande är en av de viktigaste komponenterna i en betongponton. Expanderad polystyren, alltså cellplast tillverkas genom att små plastkolor expanderas och skummas ihop, vilket i sin tur kan anpassas beaktande densitet och kvalitetsklasser för önskat ändamål (Benders, 2019). XPS innebär expanderad polystyren och används på många olika sätt inom konstruktion och byggarbeten. När det gäller betongponton är cellplasten ett väldigt lämpligt material eftersom det till stor del innehåller luft, som då i sin tur får betongen att flyta. Utan cellplasten inuti betongen så skulle det inte vara en möjlighet för pontonen att flyta alls. (Hotwiresystems, 2013).

Cellplast omfattande EPS 60–100 är vad som tillämpas vid pontonens konstruktion och som då blir den väsentliga mitten för hela konstruktionen (Top Marine, 2024). Öppen-cell EPS tar lätt in vatten och blir därmed dränkt snabbt. Smält sluten-cell EPS däremot är vattentätt men är också svag och bryts lätt i små bitar vid yttre påfrestning. Expanderad sluten-cell EPS liknar mycket på trä, vilket ger det ytterligare styrkor och en säker vattentätthet. Därav bör flytande konstruktioner enbart utgå från användningen av expanderad sluten-cell EPS för att kunna uppnå optimalt resultat. (Neese, 2002, s.8).

2.1.3 Armering

Armeringen har som utgångsmaterial kolstålet, vilket då består av järn och kol. Armering förekommer i olika former såsom till exempel nät, stänger och trådar. Armeringen kan tillämpas vid produktionen för att uppnå olika nivåer av hållfasthet och seghet, vilket sker med hjälp av legeringsämnen. Segheten blir en väsentlig faktor för armeringens förmåga att tåla last utan att framkalla sprickbildningar. (Almssad & Lindberg, 2015, s.42). Betong och armering har en samverkan vilket innebär att betongens draghållfasthet ökar. Detta sker eftersom betongen hanterar tryckkrafter medan armeringen tar upp dragkrafter. Genom en ökad draghållfasthet minskar risken för sprickbildningar vilket kan ske av betongkonstruktionens egen tyngd samt av yttre belastningar. (Almssad & Lindberg, 2015, s.48).

När det gäller betongpontonerna måste man ta i beaktande dess användning i söt- och saltvatten. Så då skall varmförzinkad eller rostfri armering. Varmförzinkning av armering innebär att själva armeringen doppats i ett bad av zink som har en temperatur på 450 grader (SFS-EN ISO 14713–2:2020, paragraf 4.3, s.7). Varmförzinkad armeringsjärn ökar livslängden på armeringen i betongpontonerna eftersom det effektivt ger skydd från korrosion. Andra fördelar med varmförzinkad armering omfattar mindre känslighet för betongens varierande kvalitet och betongens karbonatisering. Dessutom möjliggör varmförzinkad armering att ett tunnare täckskikt kan användas och även bidra med en högre motståndskraft i kloridhaltiga miljöer. (Celsa Steelservice, 2024).

2.1.4 Betong

Betong utgör en blandning utav sand och grus som hålls samman i kombination med en pasta bestående av cement och vatten. Betongen består av ungefär 80 procent ballast, vilket omfattar sand, grus och sten. Därefter består betongen av 14 procent cement och resterande 6 procenten är vatten. Det är även möjligt att tillsätta en eller flera tillsatsmedel i betongen. Genom dessa medel förbättras vissa av betongens materialegenskaper, bland annat frostbeständigheten och gjutbarheten. Tack vare dessa förbättringar ökas ju även konstruktionens livslängd. (Almssad & Lindberg, 2015 s.23).

Tabell 3. Minimikrav på betongskikt enligt (tab.2) (NA(FI) s.17).

Tabell 2. Minimikrav på betongskikt (planerad livslängd 50 eller 100 år)

Minimikrav på betongskiktets värde $C_{min,dur}$ (mm) i olika miljöförhållanden							
Kriterium	Exponeringsklass enligt tabell 4.1 i standard SFS-EN 1992-1-1						
	X0	XC1	XC2	XC3, XC4	XD1, XS1	XD2, XS2	XD3, XS3
Armeringsstål	10	10	20	25	30	35	40
Spännstål	10	20	30	35	40	45	50
100 års planerad livslängd	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5

Anmärkning 1. I fråga om vidhäftningsspänneheter, vars långvariga spänning i ett bruksgränstillstånd är högst 400 N/mm², tillämpas de krav som ställs på armeringsstål.

Anmärkning 2. Betongskiktets minimivärde kan minskas med 5 mm, om betongens cylinderhållfasthet är minst 10 MPa större än den minimivärde för cylinderhållfasthet som krävs med tanke på beständigheten.

Anmärkning 3. Minimikraven på betongskiktets värde gäller också förankring av spännstål och metalldelar som monteras vid gjutningen om dessa inte har skyddats mot korrosion i enlighet med exponeringsklassen.

Anmärkning 4. Betongens beständighet ska också till övriga delar uppfylla kravet på 100 års livslängd, om konstruktionens planerade livslängd är 100 år.

2.1.5 Betongens egenskaper

Vid framställningen av betong handlar det om tre olika ämnen som sedan framhäver det kompositmaterial som betongen är. Dessa tre ämnen innefattar stenmaterial, cement och vatten. Betongens klass och kvalitet för utförande står bestämd i standarden EN 1992-1-1:2005. Därefter uppmärksammas även de särskilda bestämmelser då betong ska tåla och hålla i konstant vatten. Detta omfattar vanligtvis utförandeklass 2 och i samspel med toleransklass som bestäms enligt standarden. (EN-1992-1-1-2005-SV, 2005).

För ett högpresterande resultat kunde nyttjas fiberarmerad betong vilket gör att det går att skapa en bättre hållbarhet och ökad seghet i betongens beteende vid sprickningar. Det framhävs genom att tillsätta korta fibrer i betongen i enlighet med önskat ändamål och resultat. Vid användningen av fiberarmerad betong är det väsentligt att observera är att konstruktionens verkningsätt och resultat kommer vara beroende av storlek, vilket i sin tur behöver beaktas i metoder för beräkning av konstruktionen. (Bygg och teknik, 2006).

Fibrer som kan användas stålfiber, syntetiska mikrofiber och syntetiska makrofiber. Stålfiber består av små tunna trådar och kan användas för att förbättra betongens draghållfasthet och slitstyrka. Det underlättar fördelningen av belastningen och fungerar

även som motståndskraft för sprickbildningar. Att använda stålfiber bidrar till motverkan av slitage och skador som kan uppkomma vid kraftiga yttre påfrestningar. Syntetiska mikrofibrer tillverkas däremot av polymerer, såsom polypropen. Dessa fibrer förbättrar hållbarheten och motverkar förekomsten av tidiga sprickbildningar. Syntetiska mikrofibrer är särskilt effektiva vad gäller betongkonstruktioner var kvaliteten på ytan är viktig. (Sika Sverige, u.d). En annan faktor som dessa fibrer har är en inverkan på handlar om kontrollen utav plastisk krympning, inte den strukturella. Syntetiska makrofiber är också tillverkade av polymerer men är större och starkare än tidigare nämnda mikrofiber. Dessa förbättrar alltså också betongens seghet och draghållfasthet, tillika som det skapas motstånd för sprickbildningar. Makrofiber är ett bra alternativ i stället för stålfiber, i vissa konstruktioner där korrosionen är av särskild oro. De kan dessutom ersätta strukturell stålarmering, i de fall de kan tillåtas. (Betoniteknikan oppikirja, 2018, s.67).

Utmaningar som kunde förekomma skulle vara angående betongen och dess egenskaper, samt yttre faktorer som kunde bidra till särskilda utmaningar eller motstånd för tillverkning och framställande. Eftersom betongen ska ha en lång livslängd och tåla väder skulle framställning kräva vissa tillämpningar för det ändamålet. Det skulle kräva "vattentålig betong" eftersom pontonen konstant skulle vara under eller i kontakt med havs-/sjövattnen. För framställningen av en betongponton innebär dock att det krävs olika variationer och tillämpningar för att det ska vara möjligt att uppnå olika ändamål och användningsområden. Faktorer som påverkar till det handlar om vattnets typ och plats samt huruvida lång livslängd som önskas. (Finlands Byggbestämmelsesamling, betongkonstruktioner 2005, 2.1.4 Miljöförhållanden s.10 & 2.1.5 Betongens materialegenskaper s.10).

Vid tillverkning och placering av betongponton behövs det särskilt tas i beaktande plats, omgivning, hav eller sjö och dylikt. Därav blir det väsentligt att tänka på hurdan yttre påfrestning och verkan pontonen kommer utsättas för och behöver klara av (Finlands Byggbestämmelsesamling, 2005). Ytterligare en utmaning kommer handla om att betongpontonen kommer vara tung vilket i sin tur kommer kräva lite extra planering av möjligheter till transport och själva placeringen vid beställningsstället. Längre fram i arbetet kommer det finnas redogjort för pontonens vikt, storlek och volym. Transporten i detta fall

ska dessutom vara till en ö, alltså först till en hamn och därifrån antingen transporteras med hjälp av en pråm eller bärgas av en båt till platsen för placeringen av pontonen.

2.2 Flytbrygga av trä

Flytbryggor av trä används främst för mindre syfte och är därmed en simpel lösning till ett ställe ägt av en privatperson. Vanligtvis handlar det om mindre båtbyggor eller badbyggor. Träbyggan kan konstrueras på olika sätt beroende på plats och krav. Det är möjligt att använda plastpontonerna då det är en omgivning såsom hamn eller skyddat läge. Flytbryggan går sedan att utrusta med önskat tillägg, såsom stegar och förtöjningstillbehör. Om så önskas är det även en möjlighet att bygga ut flytbryggan i efterhand och då alltså genom att förankra fler tilläggsdelar i den befintliga bryggan och skapa i enlighet med det egna ändamålet eller önskan (HF-Bryggan, 2024). Nedan här finns ett exempel på hur en flytbrygga kan se ut.



Figur 4. Lätt flytbrygga av trä. (Top Marine, 2024).

2.2.1 Planering och produktion

En flytbrygga av trä omfattar en grund byggd utav tryckimpregnerat trä i form av ett element med tryckimpregnerat trälock på, som sedan lyfts upp med plastpontonerna vilket gör att den flyter. Flytkroppar av plast placeras på den undre sidan av träplattformen och anpassas i enlighet med storlek och önskad utrustning. Vid tillverkning av en flytbrygga används vanligtvis polyeten som pontonmaterial. Polyeten klarar av och tål slag, bensin och

olja men även UV-strålning och försämras därmed alltså inte av solljus. Pontonen i detta fall fylls med cellplastblock och är inte då i risk för punktering, fyllning av vatten eller förlorad bärförmåga av sådana yttre orsaker. (HF-Bryggan, 2024). Här kan man se en träflytbrygga med plast rörpontoner i figur 5.



Figur 5. Träflytbrygga med rör-pontoner. (Winkelmann, 2024).

2.2.2 Komponenter att observera

Vid införskaffandet av en flytbrygga behövs det särskilt beaktas hurdan placering som ska göras. Det är det första steget innan det ens går att avgöra möjligheten av införskaffandet. Placeringen av en flytbrygga går inte att genomföras vid öppna stränder eller direkta kusten. Sedan behövs det observeras isförhållandet, väder och vind som riskfaktorer, vågornas möjliga höjd, en genomsnittlig vattennivå samt vattendjupet vid strandkanten av placeringsstället. (Top Marine, 2024).

Utmaningar vid lätta flytbryggor såsom ovannämnda omfattar främst väderförhållanden vid önskade placeringsställen. Eftersom dessa flytbryggor inte klarar av så mycket yttre påfrestningar är det inte ovanligt att en konstruktion inte kan utföras i enlighet med önskemål eller syfte. Livslängden i jämförelse med betongpontoner konstaterar att trä slits snabbare och tål inte lika mycket yttre påfrestningar. Dessutom kräver en träbrygga mer underhåll för att upprätthålla dess funktioner och uppfylla kraven. (HF-Bryggan, 2024).

2.3 Kombinerad trä-betongbrygga

Slutligen går det att konstateras att även en kombination av ovannämnda flytbryggor kunde vara det alternativ för önskat syfte. En kombination kan tillämpas i storlek och massa

för önskat mål och variationerna ger många alternativ. I detta fall skulle då grunden bestå av betongflytkroppar som i sin tur kompletteras med träöverbyggnader. Vid en sådan kombination är det också lätt att från början planera och förbereda för installation av el och/eller vatten. Flytkroppen utgör en hög vikt vilket i sin tur bidrar med stabilitet till bryggans funktioner. Landgången bidrar också med krav på tillämpning och eventuellt öka stabiliteten med fler flytkroppar. (HF-Bryggan, 2024).

”Kombinationen av trä och betong ger en stabil och säker brygga som kan motstå påfrestningar och ge trygghet för användarna. Träets greppande yta och betongens stadiga struktur skapar en säker plats att gå och stå på.” (Pontech, 2024).

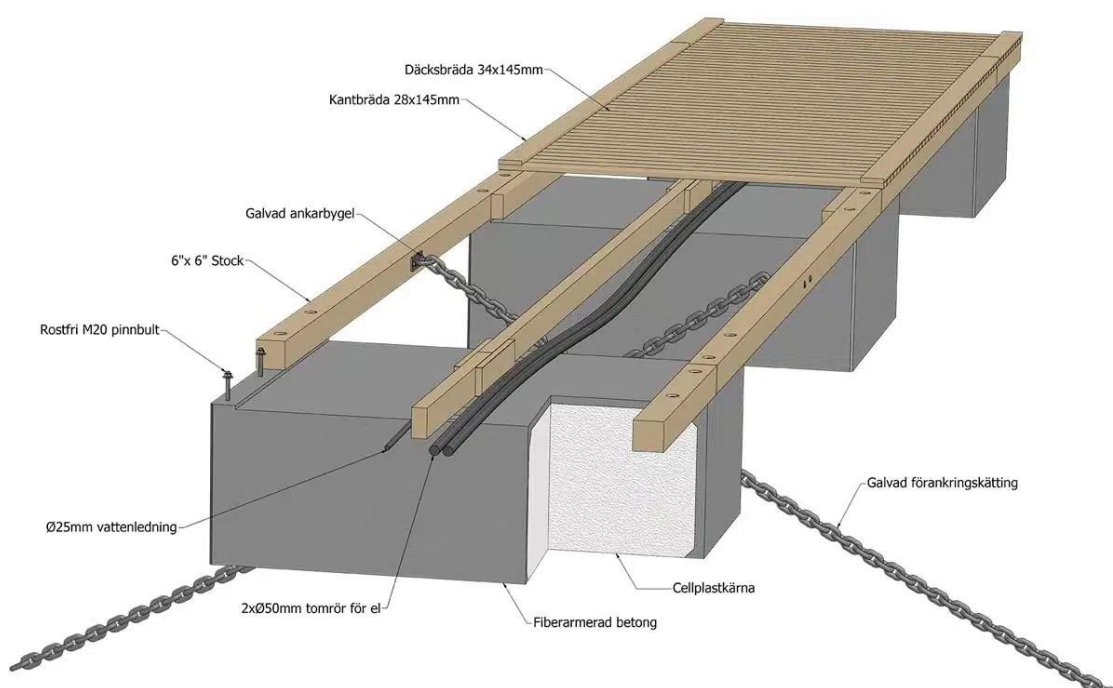
Det finns alltså flera fördelar med att konstruera en kombinerad trä- och betongbrygga vilka kan innebära både praktiska och specifika aspekter. Till exempel då det kombineras trä- och betongbryggor går det att uppnå hållbara och trygga men samtidigt estetiskt tilltalande och unika resultat. Det anses även vara ett mer kostnadseffektivt alternativ och livslängden optimal. Dessa typer av bryggor kräver minimalt underhåll och anpassas helt i enlighet med omgivning och önskemål. Det är dessutom ett miljövänligt alternativ som också kan formas optimalt för ljud- och vibrationsdämpning. (Pontech, 2024). Figur 6 visar ett vanligt exempel på en trä-betongponton.



Figur 6. Trä-betongbrygga med en bredd på 2,4 m. (Rixö Bryggan, 2024).

Vid en kombinerad trä- och betongbrygga krävs specifikt planerad konstruktion. Konstruktionen av en trä-betongbrygga involverar att kombinera fördelarna med både trä

och betong för att skapa en hållbar och funktionell flytbrygga. Med toppen lagad som en träflytbrygga men då istället för flera mindre flytkroppar av plast så sätts två betongflytkroppar i botten. Alltså, lättare sagt, blir det ett resultat av både träbryggan och betongpontonen. Vad som särskilt behöver beaktas med denna brygga är att även fast det mesta är trä så är bryggan fortfarande väldigt tung, så vis är den fortfarande svår att transportera och kräver extra omtanke över hur den transporteras. (Rixö Bryggan, 2024). I figur 7 kan man se grunderna i uppbyggnaden av en trä-betongponten. Där poängteras bland annat förankringarna, däckbrädornas placering, betongens omfattning och cellplastkärnan.



Figur 7. Grunder i en trä-betongbrygga. (Rixö Bryggan, 2024).

3 Skillnader och jämförelser

Det förekommer en hel del skillnader vad gäller flytbryggor av trä och betongpontoner. De har olika ändamål och syfte, utseende och volym samt kostnader och livslängd. De främsta skillnaderna handlar oftast om tålighet, positionering och kostnader. När man jämför flytbrygga av trä och betongpontoner är det viktigt att observera flera olika saker, vilket kan handla om vikten då betongpontonen väger mycket mer än trä. Dessutom angående kostnaden kan det anses vara lättare att bygga en flytbrygga av trä än att använda sig av

betong. En flytbrygga att byggd av trä är det även lättare att flytta på och transportera till önskat ställe. Betongpontoner tål däremot mera väder och vind, samt har lättare att anpassa sig efter havsnivån och viktpåslag från olika håll. Även UV-strålning kan ha en negativ inverkan på en flytbrygga av trä medan betongen kan bibehålla sin struktur och funktion. (Pontech, 2024).

3.1 För- och nackdelar med flytbryggor

Det finns både för- och nackdelar vad gäller olika sorters flytbryggor. De generella fördelarna är kostnader, då de är billigare än vad som krävs för fasta bryggor. De har även goda funktioner trots djupa vatten och är relativt lätta att flytta. De är tåliga för isens rörelse och upprätthåller en konstant plats att förtöja båtar eftersom de höjs och sänks med vattenståndet. Dock nackdelar som förekommer hos flytbryggor är känsligheten, beroende på typ av brygga, mot sidledda rörelser. Dessutom krävs det landgång och förankring som måste skötas och inspekteras med jämna mellanrum. (Allabryggor, 2016).

Den största fördelen hos betongpontoner handlar om vikten och därmed även flytkraften den kunde uppnå. Det förser pontonen att stadigt hållas på plats utan att gunga lika mycket som en lättare flytbrygga av trä. Med det sagt innebär även betongpontonens vikt dess största nackdel, eftersom det försvårar transporten och ökar prisklassen avsevärt. Fler fördelar som betongpontoner har handlar om de goda möjligheterna till vidareutveckling och kopplingar för större ändamål och båtar. Det är dessutom möjligt att utvidga för marinor, båtklubbar, badanläggningar, hopptorn och inom infrastrukturen. (Hamnab sjoentreprenader, 2024).

En flytbrygga av trä är lättast av dessa tre olika, men den gungar också mest eftersom vikten i konstruktionen inte finns där. Det blir därmed även det billigaste alternativet av dessa tre flytbryggor. Det anses dessutom vara det svagaste alternativet eftersom de är så beroende av omgivning för att tåla och bära. Även livslängden på en flytbrygga av trä kan konstateras vara mycket kortare än betongpontonens tillika som den kräver avsevärt mycket mer underhåll och skötsel. (Allabryggor, 2016).

Därför kunde en kombinerad trä- och betongbrygga ses som det bästa alternativet. Det kräver en satsning på lite mer pengar tillika som den bidrar med flera fördelar vad gäller träns och betongens egenskaper för tillverkningen av bryggan. Den kan uppnå en stabil och stadig grund tillika som konstruktioner blir lite lättare. Flytkropparna den kräver kunde även inhandlas istället för att specifikt gjutas vilket förkortar arbetet och kan sänka kostnaderna. (Allabryggor, 2016).

3.2 Underhåll

Det förekommer en hel del skillnader vad gäller flytbryggor och underhållet utav de olika. Betongpontoner är inte lika krävande av kontinuerligt underhåll jämfört med de flytbryggor som har träöverbyggnader. Betongpontoners främsta krav på underhållet handlar om kontrolleringen av alla fastsättningar och gångjärn. Dessutom kan det vara bra att en gång om året tvätta däckytan. För trä-betongpontoner och träflytbryggor, förutom fastsättningar och gångjärn, omfattar underhållet att ta hand om träet som använts. Bryggan bör tvättas och för att skydda mot UV-strålning appliceras träskyddsolja på konstruktionen. Tvättningen av flytbryggorna kan ske med en högtryckstvätt. (Top Marine, 2024).

4 Planering för kundbeställning

Vid denna del av arbetet kommer jag nu presentera planeringen för en flytbrygga. Det är gjort för tre olika sorters alltså då en av trä, en betongponton samt en kombinerad trä-betongbrygga som görs på kundens begäran. Innan planeringen av pontonen ska påbörjas behövs det observeras några saker gällande placering av pontonen. Dessa saker omfattar möjligheten till montering av brygga och om det är tillåtet på den önskade platsen. Därefter ska det gås igenom huruvida platsen är lämplig för montering och placering av en brygga överhuvudtaget. Slutligen diskuteras det kring vad pontonens funktioner skall vara och till vilka ändamål den kommer användas. Då blir det lättare att förstå och planera en ponton som kunde beakta alla kundens önskemål i enlighet med vad platsen kräver. (Top Marine, 2024).

Denna ponton skulle placeras vid en öppen mindre ö, som är belägen ute i den åländska skärgården. På kundens begäran skulle pontonen vara "ungefär 5 x 2,4 meter och klara av

vikten för åtminstone en familj”. Jag har därmed valt att förse min kund med tre olika alternativ för att sedan kunna besluta vilket som är mest lämpligt för deras behov och syfte. Inför planering har det lagts fokus på ändamålet av pontonen, förhållanden till omgivning, bärförmåga, längd och bredd samt placering vilket i sin tur bidrar med en helhetsuppfattning om önskat resultat (Top Marine, 2024).

4.1 Tillverkningen enligt kundens begäran

Vid framställning av betongpontonen för kunden skulle storleken bli 9 meter lång och 2,4 meter bred för att uppnå tillräckliga funktioner och standarder. Dock om det skulle vara en kombinerad trä-betongbrygga skulle den vara lite mindre, i detta fall då 8 meter lång men fortfarande 2,4 meter bred. En flytbrygga av trä kombinerat med A-pontoner skulle bli 3 meter lång och 2,4 meter bred med en landgång som är 3 meter lång vilket resulterar i en totalt 6 meter lång brygga. Variationen på storleken av de olika bryggorna påverkas av möjligheten till placering och förankring vid önskat ställe. Dessutom anser kunden att i detta syfte ska kostnaderna vara i enlighet med bryggans storlek, kvalitet och livslängd. För att uppnå tillräcklig stabilitet och flytkraft behöver bryggstorlekarna anpassas och tillämpas för omgivningen och syfte.

4.2 Aspekter som särskilt beaktas

Det finns en del faktorer som vid det verkliga önskade stället av placering behöver beaktas. Dessa faktorer handlar om havsvatten, dess djup, nivå och belastning för bryggan. Därefter krävs det särskilda observationer om hurdan väderförhållande kan förekomma och vad det skulle bringa för påfrestningar och risker för pontonen. Alternativen för placering behövs även övervägas, ifall yttre faktorer skapar för höga risker vid det första tänkta stället. Därmed kunde även aspekter om underhåll och behandling diskuteras, då placeringen sker vid ett fritidsobjekt och möjligheten till vistelse året om inte är en möjlighet. (Pontech, 2024).

4.3 Förtöjning och förankring

Vid planeringsskedet av kundens begäran krävs även särskilda observationer för huruvida förtöjning, förankring och därmed placering är möjligt och hur det kan utföras på optimalt sätt. Vid val av betongponton så är bryggans vikter mycket viktiga för att de ska förankra bryggan på sin plats, vilket innebär dess vikt måste vara hög. Bryggans vikter sitter fast i bryggan med hjälp av kättingar. Vanliga vikter på bryggor omfattar specifika vikter på 700, 1200 eller 2000 kg beroende för hurdant användningsändamål det görs. (Lip-lap, u.d).

5 Grunder för uträkning

Vad gäller grunder för uträkning av konstruktion och produktion av en flytbrygga behövs kunskapen om Arkimedes lag. Den innebär då alltså att ett föremål nedsänkt i vätska påverkas av en lyftkraft som för den uppåt igen. Det handlar om att lyftkraften blir lika stor som den "undanträngda" vätskans kraft och tyngd. Betongpontonens funktioner blir att den tar en del av sig själv under vatten vilket skapar flytkraften. Om betongpontonens menade delar inte är under vatten förändras flytkraften i enlighet med det. Därav utgår det ifrån den totala flytkraften när betongpontonen är som menat under vattenytan. (Top Marine, 2024).

När det kommer till en kombinerad trä-betongbrygga är träöverbyggnaderna ovanför vattenytan och flytkropparna hålls under vattenytan och skapar flytkraften för bryggan. Hur mycket av flytkropparna som är under vattenytan varierar beroende på vattnets temperatur och saltmättning. (Top Marine, 2024).

En betongponton omfattande 9 meter lång, 2,40 meter bred och 1,07 meter i höjd har en bärcapacitet på 4,7 kN/m² vilket resulterar till en total bärcapacitet på 10,1 ton medan den i sig självt väger 11,9 ton (Top Marine, 2024). För en kombinerad trä-betongbrygga kan flytkroppar användas vilket uppnår resultat i bärförmågan på 1100 kg. En flytbrygga av trä kan byggas med hjälp av A-ponton, vilket innebär en sorts plastlåda som har en bärförmåga på 165 kg styck. Det är även möjligt att använda rörponton för träbryggor som då kan variera i storlek och flytkraft. Pontonernas diameter varierar mellan 400–630 mm och uppnår en flytkraft mellan 113–280 kg/m (HF-Bryggan, 2024).

6 Resultat

Betongpontonerna står för stabilitet och långvarighet, vilket gör dem lämpliga för utsatta områden med krävande väderförhållanden. Deras vikt och massiva struktur gör dem motståndskraftiga mot yttre påfrestningar och ger dem förmågan att hålla sig stabila i olika miljöer. Å andra sidan är betongpontonerna dyra att tillverka och kräver noggrann planering och särskild transport på grund av deras tyngd. Träbryggorna erbjuder däremot en mer kostnadseffektiv lösning, särskilt för mindre ändamål och privat användningsområden. De är lättare att flytta och installera, vilket också gör dem mer flexibla för olika platser. Dock vad gäller flytbryggorna av trä kräver de mer underhåll och är känsligare för väder och vind, vilket kan påverka deras livslängd och stabilitet över tid. Kombinerade trä- och betongbryggorna försöker dra nytta av båda materialens fördelar genom att erbjuda en stabil struktur medan den fortfarande är relativt lättare än en ren betongkonstruktion. Dessa bryggorna kan skräddarsys för att passa specifika behov och erbjuder en balans mellan hållbarhet, stabilitet och estetik.

I detta fall har behoven hos kunden identifierats vid planeringskedjan, som då önskade en ponton tillräckligt stabil för en familj och som skulle placeras på en öppen plats i skärgården. Efter en noggrann diskussion och överväganden togs beslut om att föreslå en flytbrygga av trä som det mest lämpliga alternativet för kundens specifika behov och budget. Stabiliteten för flytbryggan kommer stärkas och säkras med förankringar och bryggvikter för att uppnå ett ändamålsenligt resultat i den specifika omgivningen.

Betongpontonerna var bra men dess tyngd är både positivt samt negativt för kundens användningsområde. Stället blir ganska öppet för hav och utsatt för vågor vilket innebär att en lättare brygga som kunde flyttas vid behov var det bästa alternativet enligt kunden. Kunden ville dessutom att flytbryggan kunde byggas på plats och därmed slippa transportera flytbryggan ut till ön med andra transportmedel. Eftersom det endast är möjligt att ta sig dit via vattenväg försvårar det transporten av en tyngre brygga. Alltså efter mera diskussion och planering kom vi tillsammans med kunden fram till att en lättare flytbrygga av trä skulle vara det mest passande för ändamålet och dessutom i slutändan bli billigare att införskaffa.

Fördelarna med trä är att trä är en förnybar resurs, förutsatt att det kommer från hållbart skötta skogar. Koldioxidbindning som trä binder sker naturligt, vilket kan minska pontonens totala koldioxidavtryck. Produktion av trä kräver generellt mindre energi och utger färre föroreningar jämfört med betongproduktion. Nackdelar däremot är att trä är känsligt för biologiska nedbrytningar från svampar, bakterier och marina organismer, vilket kan försämra dess hållbarhet och livslängden. Trä kräver oftare underhåll och behandlingar för att säkerhetsställa en relativt lång livslängd och förebygga nedbrytning i ett tidigt skede. Ohållbara avverkningsmetoder kan leda dock till avskogning.

Betongens fördelar är att betong som material är mycket hållbart och resistent mot marina förhållanden, inklusive korrosionen från saltvatten. Betongkonstruktioner kräver vanligen mindre underhåll än trä. Betong kan också ha en lång livslängd, vilket gör det till ett hållbart alternativ för en långsiktig infrastruktur. Nackdelarna med betong är att produktionen av cement, som är en huvudkomponent i betong, är energikrävande och leder till betydande utsläpp av koldioxid. Betong är inte heller en förnybar resurs och dess produktion förlitar sig starkt på icke-förnybart material. Utvinning av råmaterial för betong kan leda till miljöförstöring och habitatförlust.

Den förväntade livsförlängden för en ponton beror mycket på de använda materialen och de specifika miljöförhållandena. Helbetongpontoner erbjuder vanligtvis den längsta livslängden, ofta över 50 år, på grund av dess hållbarhet och resistens mot olika miljöförhållanden. Helträpontoner har en kortare livslängd, vanligtvis omkring 20–30 år, på grund av deras känslighet för biologisk nedbrytning och de hårda effekterna av yttre belastningar och faktorer. Trä-betongpontoner förväntas ha en livslängd som ligger mellan de två, ungefär 30–40 år. Betongkomponenten ger hållbarhet i grunden och resistens mot påfrestande förhållanden, medan träet kan erbjuda flexibilitet och enkel konstruktion.

Sammanfattningsvis innebär valet mellan trä, betong eller en kombination av dessa för pontonkonstruktion i marina miljöer ett övervägande utav hållbarheten, kostnaderna och miljöpåverkan. Trä-betongpontoner presenterar en balanserad kompromiss som erbjuder ökad livslängd och lägre miljöpåverkan, om hållbart skötta material och effektiva underhållsmetoder används.

7 Diskussion

För att summera arbetet diskuteras att en flytbrygga eller ponton kan vara enligt flera olika anpassningar, syften och önskemål. Det krävs beroende på placeringsstället huruvida ett specifikt val av ponton är det ända rätta eller möjliga. Därefter är omgivning och miljö följande faktor att uppmärksamma eftersom pontoner är olika mycket tåliga för väder, vind och vattennivå. Vid planering och tillverkning av pontoner är det viktigt att kartlägga önskat ändamål, omgivningens inverkan samt planerad livslängd. Vikt, tålighet och användningssyfte är grundpelare för planering eftersom det är avgörande faktorer för hurdan brygga som är en möjlighet och tillika tillräcklig. Slutligen är valet av pontonkonstruktion en avvägning mellan olika faktorer som kostnad, hållbarhet, stabilitet och användningsområde. Varje alternativ har sina egna styrkor och begränsningar, och det är viktigt att noggrant överväga alla dessa faktorer innan man fattar ett beslut.

Genom detta examensarbete har jag fått en fördjupad förståelse för de komplexa överväganden som krävs vid val av material för pontonkonstruktioner i olika miljöer. Det har varit en lärorik process att undersöka och jämföra egenskaperna hos trä och betong, samt att utforska de miljömässiga och hållbarhetsaspekterna av dessa material. En viktig lärdom är insikten om hur kritisk balansen mellan hållbarhet och miljöpåverkan är. Betong, trots dess hållbarhet och låga underhållsbehov, har en hög miljöpåverkan vid tillverkning. Trä däremot erbjuder fördelar beaktande miljöpåverkan men kräver omfattande underhåll och har dessutom en kortare livslängd. Trä-betongponton som kombinerar de bästa egenskaperna hos båda materialen framstår som en lovande väg framåt.

Medan jag sökte faktabaserade och pålitliga litteraturkällor om betongpontoner så insåg jag hur lite det finns, som faktiskt har vettig och korrekt information. Att vidareutveckla pontonkonstruktioner så skulle man kunna göra en handbok som man kan följa vid produktion. På så vis kunde mer omfattande och fördjupande med fakta, instruktioner eurokoder och tabeller finnas samlad på ett och samma ställe för just betongpontoner eller träflytbryggor. Framtida forskning bör alltså fortsätta utvecklingen av dessa strategier och utforska innovativa material som ytterligare kunde förbättra hållbarheten och prestandan hos marin infrastruktur.

8 Källförteckning

- Suomen betoniyhdistys, julkaisija, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, julkaisija, Suomen Betoniyhdistys ry, julkaisija, & Talaskivi, P. (2019). *Betonirakenteiden työmaatoteutus*. Suomen Betoniyhdistys ry.
- A-laiturit. (u.d). *Betongpontoner*. Noudettu osoitteesta <https://www.a-laiturit.fi/sv/bryggor/betongpontoner/>.
- Allabryggor. (2016). *Flytbryggor*. Noudettu osoitteesta <https://allabryggor.se/bryggor/flytbryggor/>.
- Almssad, A.;& Lindberg, G. (2015). *Betong- konstruktion*. Studentlitteratur.
- Benders. (2019). *Användningsområden och kvaliteter för cellplast*. Noudettu osoitteesta <https://www.benders.se/benders/artikelarkiv/2015/anvandningsomraden-och-kvaliteter-for-cellplast/>.
- Bygg och teknik. (1. Oktober 2006). Fiberarmerad betong - materialprovning och strukturanalys baserad på brottmekanik. *Bygg och teknik*, ss. 46-52.
- Celsa Steelservice. (2024). *Varmförzinkad armering*. Noudettu osoitteesta <https://celsa-steelservice.se/varmforzinkad-armering/>.
- Finlands Byggbestämmelsesamling. (2005). *Betongkonstruktioner - Anvisningar 2005*. Helsingfors: Miljöministeriet.
- Finlands Byggbestämmelsesamling. (2016). *Konstruktioners hållfasthet och stabilitet - Betongkonstruktioner*. Helsingfors: Miljöministeriet.
- Gustavsson, P. (2011). *Betongarbete*. Liber.
- Haara, T. (2018). *Betoniteknikan oppikirja 2018*. BY-Koulutus Oy.
- Hamnab sjöentreprenader. (2024). *Betongpontoner*. Noudettu osoitteesta <https://hamnab.se/produkt/betongpontoner/>.
- HF-Bryggan. (2024). *Flytbryggor*. Noudettu osoitteesta <https://www.hfbryggan.fi/produkt-kategori/flytbryggor/>.
- Holmberg, F. (2020). *Manual för byggande och beställande av bryggor i skärgården*. Vasa.
- Hotwiresystems. (2013). *Polystyrene as a versatile material – Different uses of polystyrene*. Noudettu osoitteesta <https://hotwiresystems.com/what-is-polystyrene-eps-xps-different-uses-of-polystyrene/>
- Lip-lap. (u.d). *Miten laiturin ankkuroidaan?* Noudettu osoitteesta <https://lip-lap.fi/miten-laituri-ankkuroidaan/>.
- Neese, J. (2002). *Floating Trail Bridges and Docks*.
- Pontech. (2024). *Flytbrygga*. Noudettu osoitteesta <https://pontechmarina.com/se/flytbrygga/tra-betongbryggor/>

- Rixö Bryggan. (2024). *Trä-betongbrygga*. Noudettu osoitteesta
<https://rixobryggan.se/produkt/tra-och-betongbrygga-tb1024/>
- Roy, A.;Wagle, R.;Vaghasiya, R.;& Wadekar, P. (2019). *Floating Construction*.
- Sika Sverige. (u.d). *Fiber för starkare betong*. Noudettu osoitteesta
<https://swe.sika.com/sv/loesningar-inom-bygg/betong/prefab/fiber.html>.
- SS-EN-1992-1-1-2005-SV. (2005). *Dimensionering av betongkonstruktioner. Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader*.
- Top Marine. (2024). *Betongpontoner*. Noudettu osoitteesta
<https://topmarine.se/flytbryggor/betongpontoner/>