



CHALMERS

Utformning av vattenavledning i automatiserat parkeringshus

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet i
maskinteknik

Edo Sijaric

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

Utformning av vattenavledning i automatiserat parkeringshus
Edo Sijaric

© Edo Sijaric, 2023.

Institutionen för Mekanik och Maritima vetenskaper
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg Sweden
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Chalmers digitaltryck
Göteborg, Sverige 2023

SAMMANFATTNING

Med ökade krav på automatisering och minskad användning av befintliga ytor vid bygge av parkeringshus uppstår utmaningar i att säkra funktioner som krävs för driften av parkeringshus. Vid utformning och tillverkning av automatiserade parkeringshus med kassetter är en avgörande funktion dränering av vatten från kassetterna i vilka bilarna parkeras. Vattnet kommer från de parkerade bilarna och är ett resultat av regn och snö. Den här typen av parkeringshus består till stora delar av stålkonstruktioner och därmed kan stående vatten orsaka beständighetsskador på material och utgöra en halkrisk för brukare. Vid automatiserad förflyttning av kassetter uppstår även risken att avrunnet vatten från bilarna läcker.

Den här studien fokuserar på utformning av vattenavledning i ett automatiserat parkeringshus som byggföretaget Skanska Sverige AB är i idéstadiet i att ta fram. För att uppnå studiens formulerade syfte och uppfylla ställd frågeställning har studien behandlat två separata delar i det automatiserade parkeringshuset som har identifierats som nycklar i vattenavledningen. Den ena är vattenavledningen från själva bottenplattan på vilken bilarna parkeras och den andra är förhindrandet av läckage vid förflyttning av kassetter.

Utformningen gjordes i fyra olika steg som en del av produktutvecklingsprocessen nämligen produktspecificering, konceptgenerering, konceptutvärdering och vidareutveckling. De olika stegen gjordes separat för vattenavledningen från bottenplattan samt förhindrandet av läckage vid förflyttning av kassetter. I produktspecificeringen togs ett funktionsträd fram som beskriver den önskade lösningens ingående funktioner samt en specifikation med krav och önskemål på den resulterande lösningen. I konceptgenereringen genererades en mängd koncept som förslag på hur önskad funktion kan säkras. Konceptgenereringen gjordes med hjälp av brainstorming och baserades på funktionsträdet och produktspecifikationen. I nästa steg utvärderades de genererade koncepten för att säkra den bästa lösningen. Konceptutvärderingen bestod av två delar. I den första jämfördes de genererade koncepten med ställda krav och de som inte uppfyllde något av kraven eliminerades. I den andra delen användes Pughs matris för att jämföra de kvarvarande koncepten med varandra med hänsyn tagen till konceptens förmåga att uppfylla önskemålen i produktspecifikationen. Utvärdering med Pughs matris gjordes i flera iterationer tills tre koncept kvarstod och den bästa av de tre lösningarna valdes efter diskussion bland deltagare i processerna. I vidareutvecklingen togs slutligen en detaljkonstruktion fram av lösningen.

Vattenavledningen från själva bottenplattan säkras genom att bottenplattan delas upp i plåtdelar med olika lutningar för att säkra avrinning mot mitten av bottenplattan där en ränna är placerad. Rännan har en golvbrunn placerad i mitten med ett filter för sten och smågrus. I kassetterna ingår fyra VKR-rör och i ett godtyckligt VKR-rör är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke. När fordon står på bottenplattan och dagvatten börjar rinna ner i golvbrunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottenplattan är direkt kopplad till lyftvaggan eller om de är separerade.

För att förhindra läckage vid förflyttning av kassetterna placeras backventil med kula i ett av de fyra VKR-rören som ingår i en kassett. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att backventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försedd med en trätt för att försäkra att droppande vatten fångas upp samt en utstickande pinne. Då rören möts trycks backventilen med kulan upp av pinnen och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

Förslag på vidare studier innefattar materialval, konstruktionsberäkningar och detaljkonstruktion samt produktionsmetoder.

ABSTRACT

With increased demands for automation and reduced use of existing surfaces when building parking garages, challenges arise in securing functions required for the operation of parking garages. When designing and manufacturing automated parking garages with cassettes, a crucial function is the drainage of water from the cassettes in which the cars are parked. The water comes from the parked cars and is a result of rain and snow. This type of parking garage consists largely of steel structures, and thus standing water can cause permanent damage to materials and pose a slipping hazard for users. In the case of automated movement of cassettes, there is also the risk that runoff water from the cars will leak.

This study focuses on the design of water diversion in an automated parking garage that the construction company Skanska Sverige AB is in the conceptual stage of developing. In order to achieve the formulated purpose of the study and to fulfill the set question, the study has treated two separate parts in the automated parking garage that have been identified as keys in the water diversion. One is the water diversion from the base plate itself on which the cars are parked and the other is the prevention of leakage when moving cassettes.

The design was done in four different steps as part of the product development process, namely product specification, concept generation, concept evaluation and further development. The different steps were made separately for the water diversion from the bottom plate and the prevention of leakage when moving cassettes. In the product specification, a function tree was developed that describes the desired solution's constituent functions as well as a specification with requirements and wishes for the resulting solution. In the concept generation, several concepts were generated as suggestions for how the desired function can be secured. The concept generation was done using brainstorming and was based on the function tree and the product specification. In the next step, the generated concepts were evaluated to secure the best solution. The concept evaluation consisted of two parts. In the first, the generated concepts were compared with set requirements and those that did not meet any of the requirements were eliminated. In the second part, Pugh's matrix was used to compare the remaining concepts with each other, considering the concept's ability to fulfill the wishes in the product specification. Evaluation with Pugh's matrix was done in several iterations until three concepts remained and the best of the three solutions was chosen after discussion among participants in the processes. In further development, a detailed design of the solution was finally produced.

Water drainage from the base plate itself is secured by dividing the base plate into sheet metal parts with different slopes to ensure runoff towards the center of the base plate where a gutter is placed. The gutter has a floor well placed in the middle with a filter for stone and small gravel. The cassettes include four VKR tubes and in any VKR tube a drainage tube is connected with a nozzle. When vehicles stand on the base plate and storm water starts to run down the floor well, it must be able to drip into the nozzle regardless of whether the base plate is directly connected to the lifting cradle or if they are separated.

To prevent leakage when moving the cassettes, a non-return valve with a ball is placed in one of the four VKR pipes included in a cassette. A spring is installed on top, with arbitrary support to ensure that the check valve is pressed against the inner edges of the VKR tube. The lower VKR tube is fitted with a funnel to ensure that dripping water is caught and a protruding pin. When the pipes meet, the non-return valve with the ball is pushed up by the pin and water can flow down the lower pipe. The lower VKR pipe must be provided with holes to allow water to flow through.

Suggestions for further studies include material selection, construction calculations and detailed design as well as production methods.

Innehåll

Förord	1
1 Introduktion	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Mål	2
1.4 Frågeställning	2
1.5 Avgränsningar	2
2 Metodik	3
2.1 Produktutvecklingsprocessens fasor	3
2.1.1 Produktspecificering	3
2.1.2 Konceptgenerering	3
2.1.3 Konceptutvärdering	4
2.1.4 Detaljkonstruktion	5
3 Kravställning	7
3.1 Kravspecifikation Bottenplatta	7
3.2 Kravspecifikation Övergång mellan VKR-rör	8
4 Konceptgenerering	10
4.1 Funktionsanalys	10
4.2 Framtagning av koncept	10
4.2.1 Bottenplatta	11
4.2.2 Övergång mellan VKR-rör	20
5 Urval	23
5.1 Elimineringsmatriser	23
5.1.1 Bottenplatta	23
5.1.2 Övergång mellan VKR-rör	23
5.2 Pughs matris	24
5.2.1 Bottenplatta	24
5.2.2 Övergång mellan VKR-rör	27
6 Vidareutveckling	30
6.1 Valda koncept	30
6.1.1 Bottenplatta	30
6.1.2 Övergång mellan VKR-rör	33
6.2 Slutkoncept	35
6.2.1 Bottenplatta	35
6.2.2 Övergång mellan VKR-rör	35
7 Slutsats	37
8 Rekommendation för vidare studier	38
8.1 Materialval	38
8.2 Konstruktionsberäkningar och detaljkonstruktion	38

8.3 Produktionsmetoder	38
9 Referenser.....	39
Bilaga A – GENERERADE KONCEPT BOTTENPLATTA.....	40
BILAGA B – GENERERADE KONCEPT ÖVERGÅNG MELLAN VKR-RÖR	61

Förord

Jag skulle vilja tacka min handledare och examinator Per Mottram Hogström för allt stöd och för att ha funnits tillgänglig för frågor och diskussioner. Vidare vill jag tacka Pertti Johansson och Håkan Svensson på Skanska som deltog i produktutvecklingsprocessen, utan deras erfarenheter och kunskaper hade det inte varit möjligt att utföra den här studien.

Slutligen vill jag tacka min familj för deras stöd och tålamod.

Göteborg, januari 2023
Edo Sijaric

1 Introduktion

För att möjliggöra förståelse av genomfört examensarbete har bakgrund, syfte, mål, frågeställning och avgränsningar formulerats.

Bakgrunden beskriver kort det vidare projektet av vilket utfört projekt är en del av.

Med syftet beskrivs examensarbetets vidare avsikt som sedan kristalliseras i mål.

Frågeställning består av frågor som skall besvaras under examensarbetets gång för att uppnå angivna mål och syfte.

Slutligen ger avgränsningar de gränser mellan vilka arbetet genomförs.

1.1 Bakgrund

Byggföretaget Skanskas avdelning för maskinkonstruktion är i idéstadiet av framtagnings av ett automatiserat P-hus. Tanken är att P-huset skall vara beläget delvis under mark och att bilarna skall köras in i kassetter för att sedan lyftas ner i fack.

1.2 Syfte

Skanska önskar att ett färdigt koncept skall tas fram för dräneringen av vatten, från kassetterna, som samlas från bilarna. En kassetten består av en bottenplatta, på vilken bilen står, samt en lyftvagga som då bär bottenplattan och bilen.

En kassetten består av en bottenplatta, på vilken bilen står, samt en lyftvagga som då bär bottenplattan och bilen. Lyftvaggan består av fyra VKR-rör (varmformade konstruktionsrör). Kassetterna kommer att staplas på varandra och ovanliggande VKR-rören kommer att funka som en hane medan den undre delen av ovanliggande kassetten funkar som hona.

Då bilarna skall stå på bottenplattorna i kassetten kommer vatten från regn och snö att först rinna ner på bottenplattorna.

På något sätt ska vattnet från bottenplattan föras in i ett av VKR-rören och vidare genom underliggande VKR-rör för att slutligen föras till något filter eller förvaringsplats för dagvatten.

1.3 Mål

Målet med den här studien är att generera ett färdigt koncept som möjliggör dränering av dagvatten uppsamlat på fordon i det automatiserade parkeringshuset som Skanska håller på att konstruera. För att säkra en lösning som är både användarvänlig och funktionsduglig ska vid framtagnings hänsyn tas till materialbeständighet, ingående delars kostnader samt användarsäkerhet.

1.4 Frågeställning

- Hur säkras vattenavrinning från bottenplatta?
- Hur förhindras att vatten läcker vid förflyttning av kassetter?

1.5 Avgränsningar

Endast dräneringen av vatten från kassetterna kommer att behandlas. Endast möjligheter att dränera vattnet genom VKR-rören kommer att studeras. Potentiell förvaringsplats för dagvatten som dräneras kommer inte att undersökas. Dimensionering, beräkningar och materialval ingår inte i den här studien.

2 Metodik

I följande kapitel sätts de teoretiska ramar som studien baseras på. Då målet är att generera ett färdigt koncept har produktutvecklingsprocesser undersökts och beskrivits.

Avsnitt 2.1.1 Produktspecificering ligger till grund för Kapitel 3 Kravställning, avsnitt 2.1.2 Konceptgenerering ligger till grund för Kapitel 4 Konceptgenerering och 2.1.3 Konceptutvärdering ligger till grund för Kapitel 5 Urval.

Avsnitt 2.1.4 Detaljkonstruktion behandlas inte vidare i den här studien men är aktuellt i fortsatta studier vid vidareutveckling av aktuellt parkeringshus med ingående delar.

2.1 Produktutvecklingsprocessens faser

2.1.1 Produktspecificering

Johanneson et al. (2013) anser att målet med produktspecificeringsfasen är att ta fram en specifikation för vad produktframtagningsprocessen skall resultera i. Vid framtagningen av specifikation skall den ingående informationen formuleras på så sätt att den kan användas som startpunkt vid senare utveckling av konstruktionslösningar, vilket även beskrivs av Ullman (2010). Produktspecificationen skall också kunna användas som referens vid analys av genererade lösningar. Ullman (2010) understryker noggrann utveckling av produktspecificationer som en huvudfunktion av en effektiv designprocess.

Ullman (2010) beskriver även "konstruktionsparadoxen" som säger att friheten att förändra en konstruktion är stor i början men faller med konstruktionsprocessens utveckling medan kunskapen om konstruktionsproblemet är liten i början men ökar med konstruktionsprocessens utveckling. Ullmans slutsats är att målet under konstruktionsprocessen är att lära sig så mycket som möjligt om den begynnande produkten så tidigt som möjligt i processen eftersom förändringar i de tidigaste stadierna är billigast. Med konstruktionsprocessens framskridande blir ändringar i konstruktionen successivt dyrare. Formulering av en komplett och allomfattande produktspecification är instrumentell i det här avseendet menar Ullman.

Vidare säger Johanneson et al. (2013) att framtagningen av produktspecification är en iterativ process där produktspecificationen utvecklas och kompletteras under hela produktutvecklingsprocessen i takt med att kunskapen om produkten som utvecklas blir större. Den specifikationen som upprättas i produktspecificeringsfasen kallas målspecification och under konstruktionsprocessen utvecklas den till en slutspecification som beskriver den slutgiltiga produkten.

Bergman och Klefsjö (2010) beskriver förståelsen av kunders behov och förväntningar som avgörande för varje produktutvecklingsprocess. Vidare anser de att förutom att förstå kunders behov och förväntningar är det viktigt att förstå miljön och de olika källorna till variationer som produkten kommer att utsättas för. Hänsyn till det måste tas vid specificering av krav och önskemål.

Konkret består produktspecificationer av kriterier som enligt Johanneson et al. (2013) kan delas in i två huvudkategorier:

- Kriterier med anknytning till produktens förväntade funktion
- Kriterier som i bred mening begränsar för vilka produktlösningar som kan tillämpas

2.1.2 Konceptgenerering

Begreppet *koncept* är en bred term med skilda betydelser beroende på sammanhang. I produktutvecklingssammanhang är koncept ett första försök till lösning av ett konstruktionsproblem (Johanneson et al. 2013).

Bergman och Klefsjö (2010) anser att det är viktigt att i konceptgenereringsstadiet inte upphöra efter att ha genererat ett koncept utan att målet ska vara att generera flera koncept som möjliggör uppfyllande av angivna krav.

Startläget vid konceptgenereringsarbetet är, enligt Johanneson et al. (2013) och Ullman (2010), funktionskriterierna i produktspecifikationen. Med en komplett och allomfattande specifikation säkerställs möjligheten att i största möjliga omfattning fånga upp samtliga funktionella kriterier vid konceptgenereringen. De funktionella kriterierna utgör basen för det systematiska konceptgenereringsarbetet då många alternativa lösningar genereras för att möjliggöra de fastställda funktionerna.

Johanneson et al. (2013) säger att ett första steg i konceptgenereringen är att ge problemet en mer teoretisk och omfattande formulering än den i produktspecifikationen. Syftet med det är att möjliggöra genereringen av mer övergripande giltiga lösningar genom att utvidga lösningsrymden jämfört med om man direkt utgår ifrån kriterierna i specifikationen. Ullman (2010) beskriver filosofin att form följer funktion och att det är nödvändigt att först förstå en produkts funktion innan dess form kan konstrueras.

Baserat på den funktionella, övergripande och diffusa beskrivningen upprättas i nästa steg en funktionsanalys. Funktionsanalysen skall mynna ut i en funktionsstruktur som visar alla funktioner som ska utföras av produkten och dess ingående delar. Funktionsstrukturen bryter ned produktens komplexa totala funktion i delfunktioner och genom att generera dellösningar som uppfyller delfunktionerna skall den totala funktionen tillgodoseas (Johanneson et al. 2013).

Ullman (2010) beskriver i stället funktionell modellering som en metod för att konstruera med funktion som bas. Allmänt innebär funktionell modellering att bryta ned problemet med avseende på energi, material och information. Det ska framtvinga tidigt i konstruktionsprocessen en detaljerad förståelse för vad den framtida produkten ska göra. Det ska mynna ut i beskrivningar av delfunktioner som tillsammans uppfyller huvudfunktionen. Delfunktionerna struktureras sedan i flödesdiagram på så sätt att för varje uppfylld delfunktion uppfylls en del av huvudfunktionen.

Vidare beskriver Johanneson et al. (2013) två grupper av metoder för att generera lösningar till de identifierade delfunktionerna i funktionsstrukturen, nämligen:

- Kreativa metoder – Inkluderar brainstorming, Gordonmetoden, analogitänkande, diskussionsmetoden, osv.
- Systematiska eller rationella metoder – Inkluderar Frågemetoden, områdesbestämning, stegvis diskussion, styr diskussion, osv.

Holmdahl (2010) och Ullman (2010) beskriver de kreativa metoderna som nämnts ovan medan Bergman och Klefsjö (2010) nämner brainstorming som en innovativ metod för att generera koncept.

2.1.3 Konceptutvärdering

Genom att utvärdera de genererade koncepten från föregående process skall ett slutgiltigt koncept väljas. Varje genererat koncept ska analyseras och utvärderas mot de krav och önskemål som formulerats i produktspecifikationen. Analysresultatet ligger sedan till grund vid val av det koncept som har högst värde. Analysresultaten blir alltså mått för konceptens egenskaper och prestanda (Johanneson et al. 2013 och Ullman 2010).

Johanneson et. al (2013) presenterar systematisk analys med beslutsmatriser som ett kraftfullt hjälpmedel för att bestämma konceptens totala värde. Det första steget i konceptutvärderingsprocessen är "elimineringen av dåliga lösningar". Redan i slutet av konceptgenereringsprocessen kan orimligt dåliga totallösningar elimineras. I det initiala

steget av konceptutvärderingen analyseras koncepten för att utreda om de:

- Löser huvudfunktionen
- Tillgodoser de formulerade kraven i produktspecifikationen
- Kan förverkligas i verkligheten
- Förhåller sig inom given kostnadsram
- Gynnsam ur miljö, säkerhets- eller ergonomisk aspekt
- Lämpar sig företagets produktprogram

De genererade koncepten förs in i en elimineringsmatris där de utvärderas mot ovan angivna punkter och endast de koncept som uppfyller samtliga punkter går vidare.

Vidare beskriver Johanneson et al. (2013) att nästa steg i konceptutvärderingsprocessen kan utföras med relativa beslutsmatriser. Syftet med det här steget är att antalet koncept skall reduceras ytterligare genom att de sämsta koncepten sällas bort. Viktigt att betona är att det i det här steget finns utrymme för att generera nya idéer genom att kombinera tidigare koncept. De nya koncepten som tillkommer adderas till den befintliga lösningsmängden och tas med i analysen med relativa beslutsmatriser.

Bergman och Klefsjö (2010), Holmdahl (2010) samt Ullman (2010) beskriver Pughs metod som en enkel och effektiv relativ matrismetod för att jämföra alternativa koncept. I princip innebär Pughs metod att varje alternativt koncept jämförs med de andra med hänsyn till konceptens förmåga att uppfylla givna önskemål. Ett av koncepten väljs som referens och resterande koncept bedöms efter hur de uppfyller varje önskemål jämfört med referensen.

I det avslutande steget kan en kriterieviktsmetod användas för att jämföra de kvarvarande konceptlösningarna med utgångspunkt från en viktad summa av delbetyg som varje koncept tilldelas för förverkligandet av varje utvärderingskriterium. Fördelen med kriterieviktsmetoder är att de kvantitativa jämförelserna har större noggrannhet än de kvalitativa jämförelserna som görs med relativa beslutsmatriser (Johanneson et al. 2013).

2.1.4 Detaljkonstruktion

Det valda konceptet skall vidareutvecklas till en funktionell produkt som uppfyller samtliga kriterier i produktspecifikationen. Syftet med den här processen är att ta fram ett underlag som återger en funktions- och användningsriktig produkt (Johanneson et al. 2013).

Vidare ska underlaget möjliggöra tillverkning av prototyper som går att analyseras och testas för att säkra verifikation av funktion och tillämpning (Johanneson et al. 2013 och Ullman 2010).

Bergman och Klefsjö (2010) menar att då ett slutgiltigt koncept har valts måste det poleras och förbättras. Särskild hänsyn ska tas till säkerhet, felfrihet och tillförlitlighet.

Johanneson et al. (2013) identifierar följande steg vid detaljkonstruktion och konfiguration av en produkt:

1. Dimensionering och val av standardkomponenter
2. Nykonstruktion av unika detaljer och materialval för dem
3. Fastställa produktens arkitektur
4. Framställa produktlayout

Ullman (2010) anser att utvecklingen av slutgiltig produkt sker genom integrerad utveckling av form, material och produktion.

- Form är val av geometriska begränsningar
- Material innefattar materialval för ingående delar

- Produktion innebär produktionsmetoder för att tillverka ingående delar samt slutgiltig produkt

3 Kravställning

Nedan följer en sammanställning av krav och önskemål för avvattningen från bottenplatta och vidare genom VKR-rör. Produktspecifikationerna har tagits fram enligt avsnitt 2.1.1 Produktspecificering, i diskussioner med entreprenör som ansvarar för konstruktionen av parkeringshuset samt gällande standarder. Önskemålen har viktats efter en 1–10 skala efter entreprenörens önskemål.

En skillnad har gjorts mellan bottenplattan och övergången mellan VKR-rör. De typerna av lösningar och relaterade krav/önskemål skiljer sig för de två olika delarna och därför behandlas de var för sig i kravställningen och efterkommande processer.

3.1 Kravspecifikation Bottenplatta

Enligt Boverkets byggregler BFS 2014:4 måste parkeringshus och parkeringsplatser vara halksäkra. Vidare anger standarden följande:

- Att ytor i parkeringshus ska utformas utan nivåskillnader. Där nivåskillnader inte kan undvikas ska de utjämnas med ramper. Det behandlas i kriterium 1 i Tabell 1.
- Att ytor i parkeringshus ska ha en friktionskoefficient $\mu \geq 0,3$ vilket behandlas i kriterium 5 i Tabell 1.

Nr	Kriterium	Krav = K Önskemål = Ö	Verifieringsmetod	Referens
1	Nivåskillnad 0 mm, utjämnas med ramp där det ej går att undvika	K	Okulärkontroll	Boverkets byggregler BFS 2014:3
2	Inga vassa kanter	K	Okulärkontroll	Entreprenör
3	Fall/Lutning 2 - 10 mm/m	K	Okulärkontroll, mätning efter installation	Golvbranschens Våtrumskontroll (GVK)
4	Inget läckage utanför sidorna	K		Entreprenör
5	Halksäkert (tårplåt) $\mu \geq 0,3$	K		Boverkets byggregler BFS 2014:3
6	Lätt att rengöra	Ö, 5		Entreprenör
7	Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	Ö, 3	Produktspecifikation	Entreprenör
8	Låg tillverkningskostnad för stål skelett	Ö, 8	Produktspecifikation	Entreprenör
9	Livslängd 40 år	K	Produktspecifikation	Entreprenör
10	Drift vid minusgrader	Ö, 8		Entreprenör
11	Lågt underhållsbehov	Ö, 9		Entreprenör
12	Estetiskt	Ö, 2		Entreprenör
13	Kompatibilitet med andra delar	K		Entreprenör

Tabell 1: Produktspecifikation Bottenplatta

Kriterium 3 i Tabell 1 är kravställt enligt entreprenör och påverkar användarsäkerheten. Avsaknad av vassa kanter ska säkra halksäkerhet och skador.

Golvbranschens Våtrumskontroll anger att det behövs ett fall/lutning på 2–10 mm/m på golv i anslutning till golvbrunn för att säkerställa avrinning vilket kravställs i kriterium 3 i Tabell 1.

Kravet att det inte ska förekomma något läckage utanför sidorna är entreprenörens och är kopplat till beständighet. Efter att fordonsförare har lämnat sina bilar ska det inte droppa vatten på fordonen från ovanliggande kassetter i förvaringsutrymmet.

Krav på livslängd som anges i kriterium 9 i Tabell 1 gäller bottenplattorna. Det här kravet är kopplat till parkeringshusets krävda livslängd och är viktigt då bottenplattorna kan bli eventuellt dyra att tillverka, installera och byta ut. Därför har entreprenören som krav att de ska hålla lika länge som parkeringshuset.

Kriterium 13 i Tabell 1 anger krav på kompatibilitet med andra delar vilket innebär att alla ingående delar ska passa ihop och säkra önskad funktion i verkligheten.

Kriterium 6 i Tabell 1 är ett önskemål från entreprenören som vill att de ingående delarna i lösningen ska vara lätta att rengöra. Det här önskemålet har fått vikten 5 av 10 eftersom rengöringen är av vikt för synliga ytor och har mer att göra med korrosion/beständighet än estetik.

Önskemål gällande låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer under kriterium 7 i Tabell 1 har fått vikten 3 då avrinningssystemet i anslutning till bottenplattan skall ha minimalt med rörliga delar. Därmed kommer inte rörliga delar i den här delen av konstruktionen att utgöra en stor mängd sett till hela parkeringshuset och därför är inte en låg kostnad av stor vikt.

Däremot är önskemålet under kriterium 8 i Tabell 1 av större vikt, nämligen att stålskelettet ska ha låg tillverkningskostnad. Stål är relativt dyrt, speciellt om det ska formas och/eller skyddas mot korrosion. Parkeringshusen ska ha ca 500 parkeringsplatser och alltså ca 500 stålplattor samt alla VKR-rör och delar som ingår. Därför har det här önskemålet fått vikten 8 av 10.

Önskemål om drifttemperatur, som anges i kriterium 10 i Tabell 1, har föreskrivits efter diskussion med entreprenör. För att säkra genomgående dränering av vatten får dagvattnet inte frysa och måste alltså hållas i flytande form från bottenplattan, vidare genom VKR-rör och slutligen ner till ett eventuellt magasin/förvaringsutrymme. Eventuell frysning av dagvatten kan successivt leda till nedsatt flödeskapacitet och slutligen hindra avrinning samt orsaka skador i de olika konstruktionsdelarna. Då entreprenören vill erbjuda den här typen av parkeringshus i alla delar av Sverige, oavsett årstid och temperatur, blir det här önskemålet ännu mer aktuellt och har därmed fått betyg 8.

Kriterium 11 i tabell 1 är ett önskemål att bottenplattorna samt resten av delar som ska ingå i avvattningen ska ha lågt underhållsbehov. Det har viktats till 9 och det beror på att stora delar av avrinningssystemet kommer inte att vara synliga eller nåbara efter installation och vid drift. Därför måste frekvensen för underhåll vara låg eller eventuellt obefintligt i de delarna.

Entreprenören anser att estetik är av låg vikt och har därför fått 2 av 10 under kriterium 12 i Tabell 1.

3.2 Kravspecifikation Övergång mellan VKR-rör

Det första kravet för övergång mellan VKR-rör är att inget läckage får ske vid separation av kassetterna och alltså VKR-rören. Det här är av ytterst vikt då dagvatten kommer att samlas i ett eller flera av VKR-rör i varje kassett. Då kassetterna är separerade vid förflyttning får inte vattenläcka uppstå. Det här beskrivs i frågeställningen i Kapitel 1.

Nr	Kriterium	Krav = K Önskemål = Ö	Verifieringsmetod	Referens
1	Inget läckage vid separation	K		Entreprenör
2	Utbytbarhet	K		Entreprenör
3	Monteringsvänlighet	Ö, 2		Entreprenör
4	Låg tillverkningskostnad	Ö, 7	Produktspecifikation	Entreprenör
5	Lågt underhållsbehov	Ö, 9		Entreprenör
6	Självlutande	Ö, 9	Produktspecifikation	Entreprenör
7	Kompatibilitet med andra delar	K		Entreprenör

Tabell 2: Produktspecifikation Övergång mellan VKR-rör

Kravet under kriterium 2 i Tabell 2 gäller utbytbarhet av eventuell del som ska möjliggöra önskad övergång mellan VKR-rören. Då delarna förväntas utsättas för slitage är utbytbarhet kravställt.

Kriterium 13 i Tabell 2 anger krav på kompatibilitet med andra delar vilket innebär att alla ingående delar ska passa ihop och säkra önskad funktion i verkligheten.

Kriterium 3 i Tabell 2 beskriver ett önskemål gällande monteringsvänlighet. Den har fått en låg viktning, 2 av 10, vilket är kopplat till önskemålet under kriterium 5 i Tabell 2 som säger att underhållsbehovet ska vara lågt. Lågt underhållsbehov har fått vikten 9 då önskemålet är att lösningen ska ha låg underhållsfrekvens och behovet att byta ut eventuell del ska vara minimal. Därför är inte monteringsvänligheten av hög prioritet då det ska göras sällan men hålla länge.

Önskemålet under kriterium 4 i Tabell 2 säger att lösningen ska ha låg tillverkningskostnad. Parkeringshusen ska ha ca 500 parkeringsplatser och alltså ska ca 500 VKR-rör föras med den här lösningen och ingående och delar som ingår. Den totala kostnaden för lösningen torde bli billigare än stålbottnplattorna och andra större delar men kommer fortfarande att utgöra en hög kostnad. Därför har det här önskemålet fått vikten 7 av 10.

Önskemålet under kriterium 6 i Tabell 2 säger att lösningen ska vara självslutande. De totala kostnaderna, där tillverkning, installation och underhåll ingår, är lägre för självslutande mekaniska lösningar jämfört med automatiska. Med tanke på det totala antalet lösningar som kommer att installeras och vilka kostnader som kan uppstå har det här önskemålet bedömts vara av hög vikt och därmed fått 9.

4 Konceptgenerering

Följande kapitel behandlar funktionsanalysen och framtagningen av koncept. För att strukturera funktionsanalysen har huvudfunktionen med tillhörande delfunktioner presenterats i ett funktionsträd enligt Johanneson et al. (2013) som beskrivs i 2.1.2 Konceptgenerering.

För att generera koncept/lösningar till formulerade delfunktioner har en kreativ metod i form av brainstorming använts som beskrivs i 2.1.2 Konceptgenerering. Brainstorming utfördes under tre sessioner hos entreprenören och har mynnat ut i de koncept som diskuteras under avsnitt 4.3.

Värt att nämna är att ingen morfologisk matris har gjorts. Anledningen är den att entreprenören, som arbetar med maskinkonstruktion och produktutvecklingsprocesser, inte jobbar med morfologiska matriser. Efter funktionsanalysen övergår de direkt till brainstorming av totallösningar till formulerat problem. Brainstorming sessionerna blir fler just för att få så många olika totallösningar som möjligt.

4.1 Funktionsanalys

Huvudfunktionen formuleras som dränering av vatten från bottenplattan. Det här förklaras i närmare detalj i Kapitel 1. För att säkra dräneringen av vatten från bottenplattan har tre delfunktioner identifierats och presenteras i Bild 1.

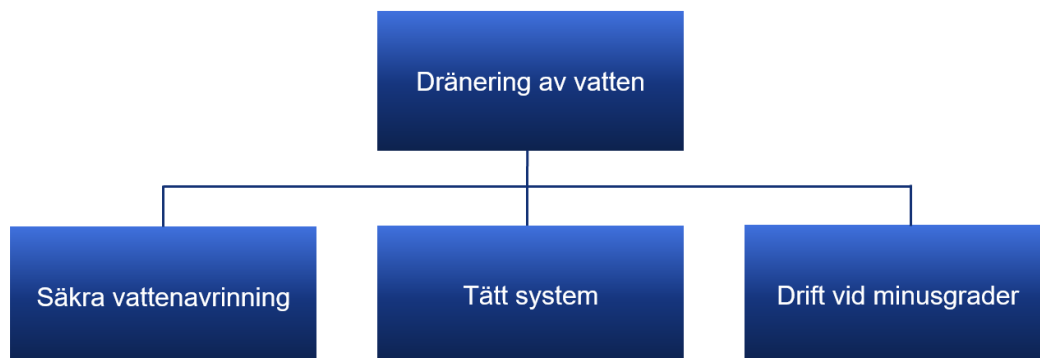


Bild 1: Funktionsträd

Den första av dem är att säkra vattenavrinningen vilket innebär att det från bottenplattan, vidare genom VKR-rör och slutligen ner till ett eventuellt magasin/förvaringsutrymme behövs tillräckligt med fall/lutning. Ett konstant flöde säkrar att inga vattensamlingar uppstår som kan orsaka korrosionsskador eller vattenläckage.

Den andra delfunktionen identifieras som ett tätt system. Vatten får inte läcka utanför systemet då det kan både påverka beständighet samt smutsa ner andra bilar och delar av anläggning. Här handlar det även om att säkra att det inte uppstår vattenläckage genom VKR-rör där vatten har samlats vid lyft/förflyttning av kassetterna med fordon. Däremot skall vattnet kunna rinna vidare till nästa VKR-rör då de kopplas på.

Den tredje och sista delfunktionen behandlar vattenavrinningen genom systemet vid frystemperaturer. För att säkra genomgående dränering av vatten får dagvattnet inte frysa och måste alltså hållas i flytande form från bottenplattan, vidare genom VKR-rör och slutligen ner till ett eventuellt magasin/förvaringsutrymme. Eventuell frysning av dagvatten kan successivt leda till nedsatt flödeskapacitet och slutligen hindra avrinning samt orsaka skador i de olika konstruktionsdelarna.

4.2 Framtagning av koncept

Vid framtagning av koncept har brainstorming, en kreativ metod, använts. Den beskrivs under 2.1.2 Konceptgenerering. Vid framtagningen har funktionsträdet och

produktspecifikationen legat till grund för att generera koncept som möjliggör utförande av beskrivna funktioner.

4.2.1 Bottenplatta

Koncept A, se Bild 2, består av en stålottenplatta som är boekad mot mitten där en golvbrunn är placerad. Golvbrunnen har ett filter för sten och smågrus. Kopplad till brunnen, på undersidan, är ett avvattningsrör som är avslutas i godtyckligt VKR-rör. Den här lösningen förutsätter att bottenplattan och lyftvaggan med VKR-rör är sammankopplade under hela driften.

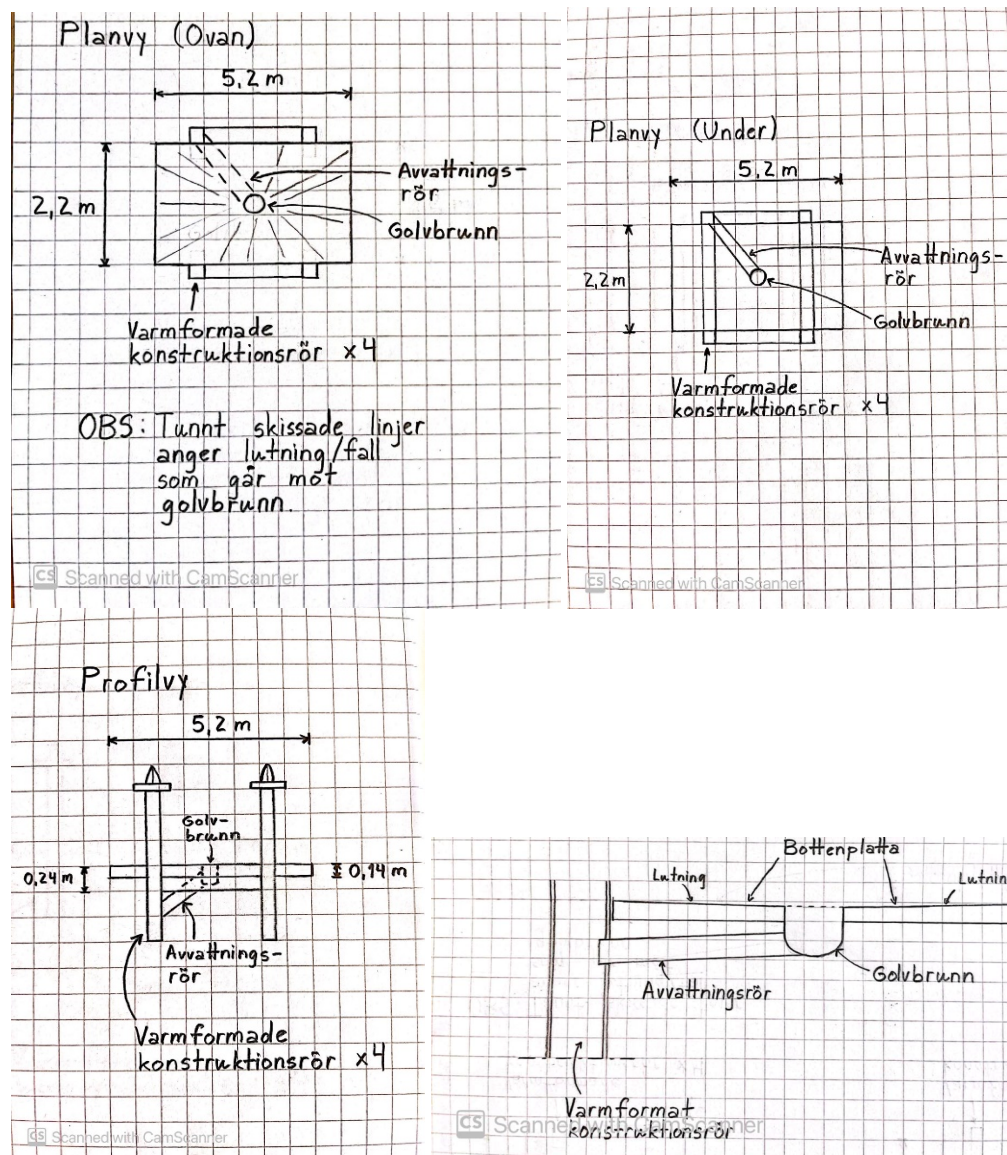


Bild 2: Koncept A

Koncept B, se Bild 3, består av en stålottenplatta som är boekad mot godtyckligt VKR-rör. VKR-röret mot vilken bottenplattan är boekad måste vara perforerad och försedd med en omslutande rensträtt för att fånga upp tillrinnande dagvatten. Renstratten ska kunna fånga upp småsten och grus. Den här lösningen förutsätter att bottenplattan och lyftvaggan med VKR-rör är sammankopplade under hela driften.

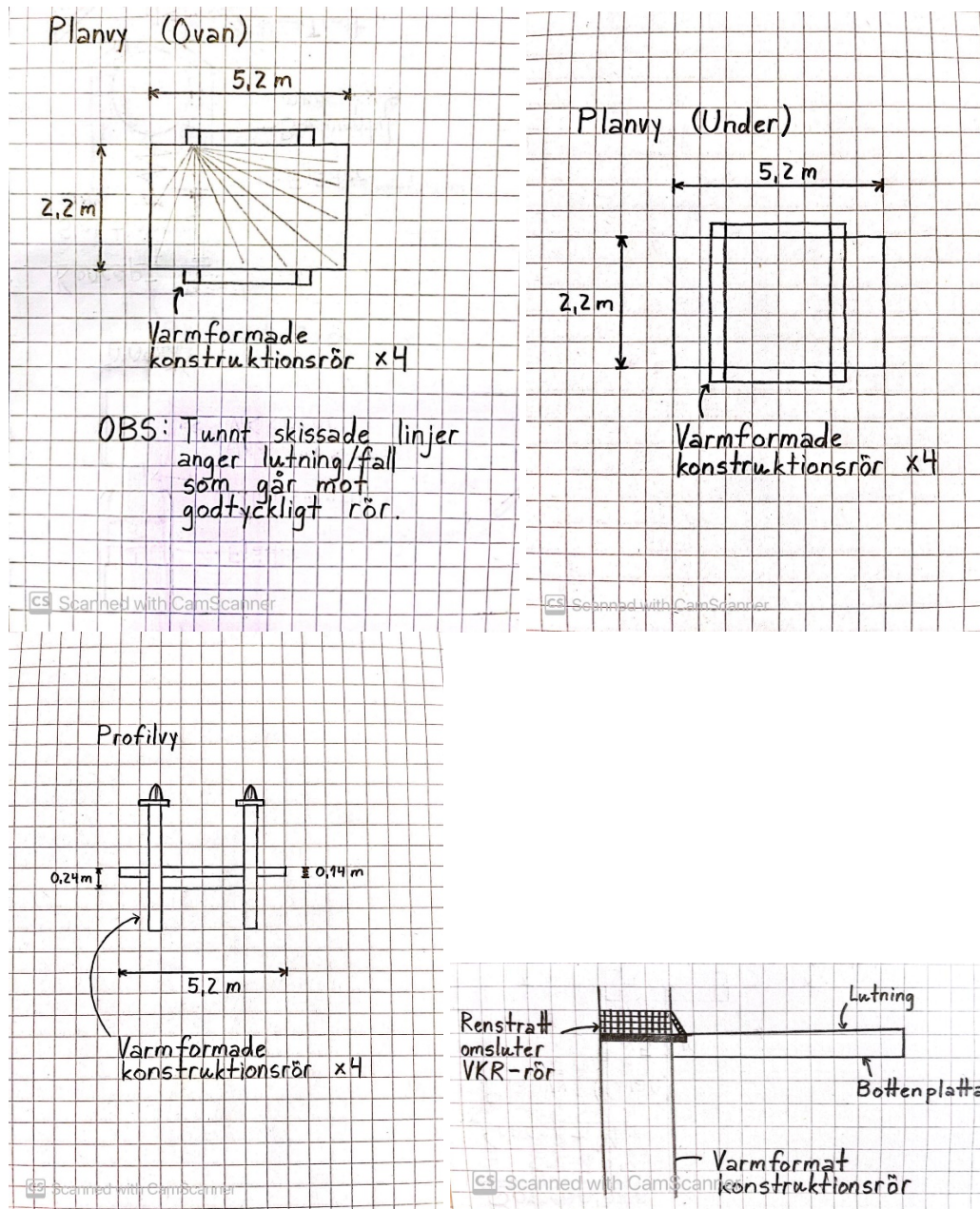


Bild 3: Koncept B

Koncept C, se Bild 4, består av en stålbottnplatta med en ränna placerad i läge med horisontell stål balk. Rännan ska vara försedd med filter eller galler för att fånga upp grus och småsten. Rännan avslutas i ett VKR-rör. Den här lösningen förutsätter att bottenplattan och lyftvaggan med VKR-rör är sammankopplade under hela driften.

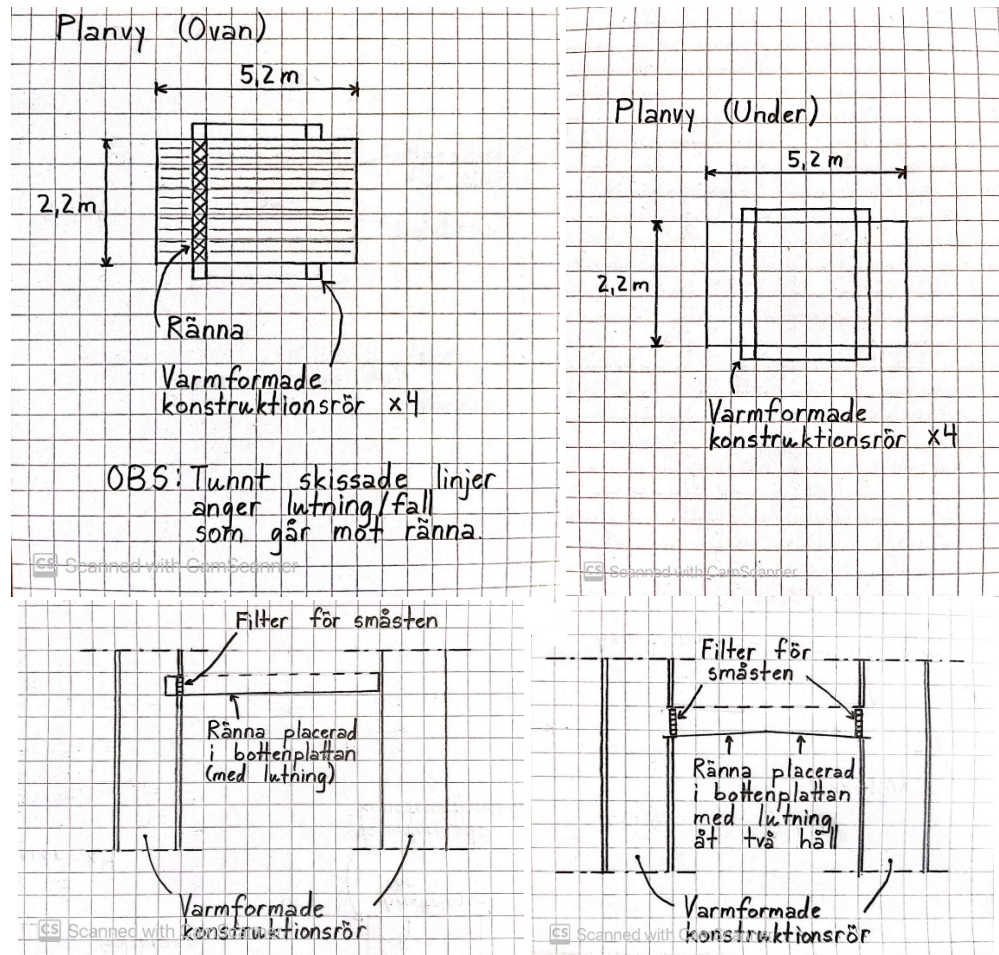


Bild 4: Koncept C

Koncept D, se Bild 5, består av en stålbottnplatta som är bockad mot mitten där en golvbrunn är placerad. Golvbrunnen har ett filter för sten och smågrus. På undersidan finns en bassäng/balja placerad där dagvatten kommer att samlas. På undersidan av bassängen/baljan finns en ventil installerad vilket tillåter att den töms regelbundet.

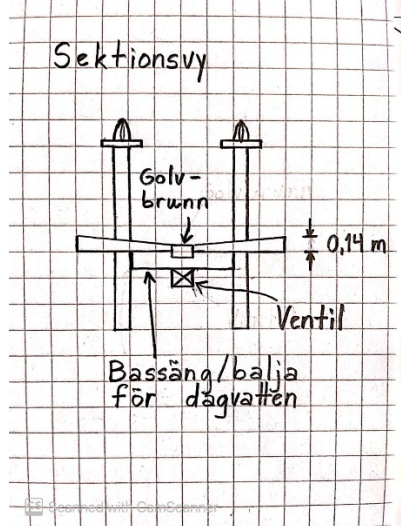
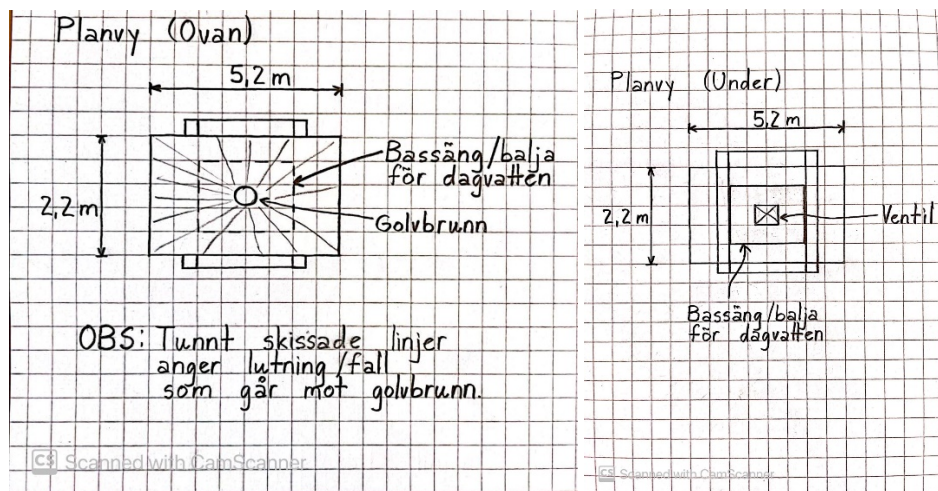


Bild 5: Koncept D

Koncept E, se Bild 6, är mer eller mindre identisk till Koncept D med skillnaden att den är försedd med en motordriven pump, i stället för en ventil, som tillåter automatisk tömning av bassängen/baljan.

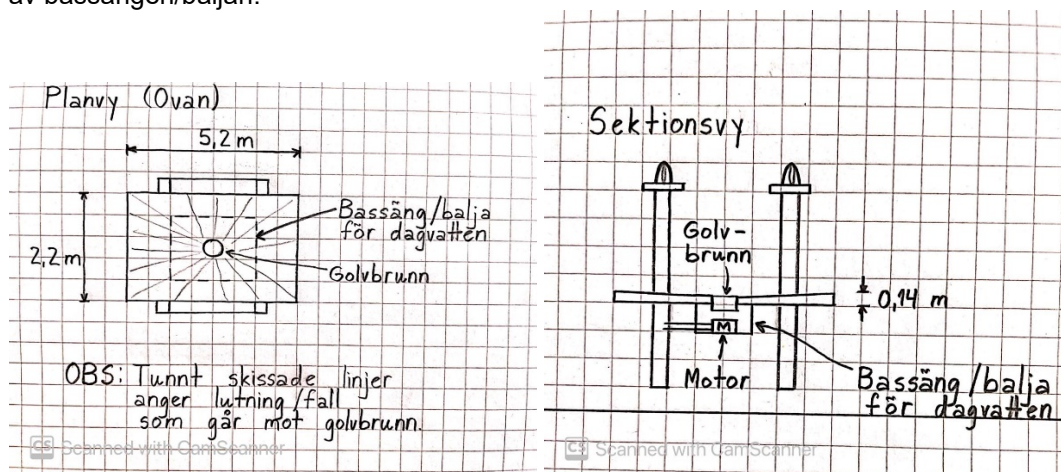


Bild 6: Koncept E

Koncept F, se Bild 7, består av en stålottenplatta som är böckad mot mitten där en golvbrunn är placerad. Golvbrunnen har ett filter för sten och smågrus. I godtyckligt VKR-

rör är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke. Dräneringsröret ska vara installerat så att munstyckets läge är under golvbrunnen. När fordon står på bottenplattan och dagvatten börjar rinna ner i golvbrunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottenplattan är direkt kopplad till lyftvaggan eller om de är separerade.

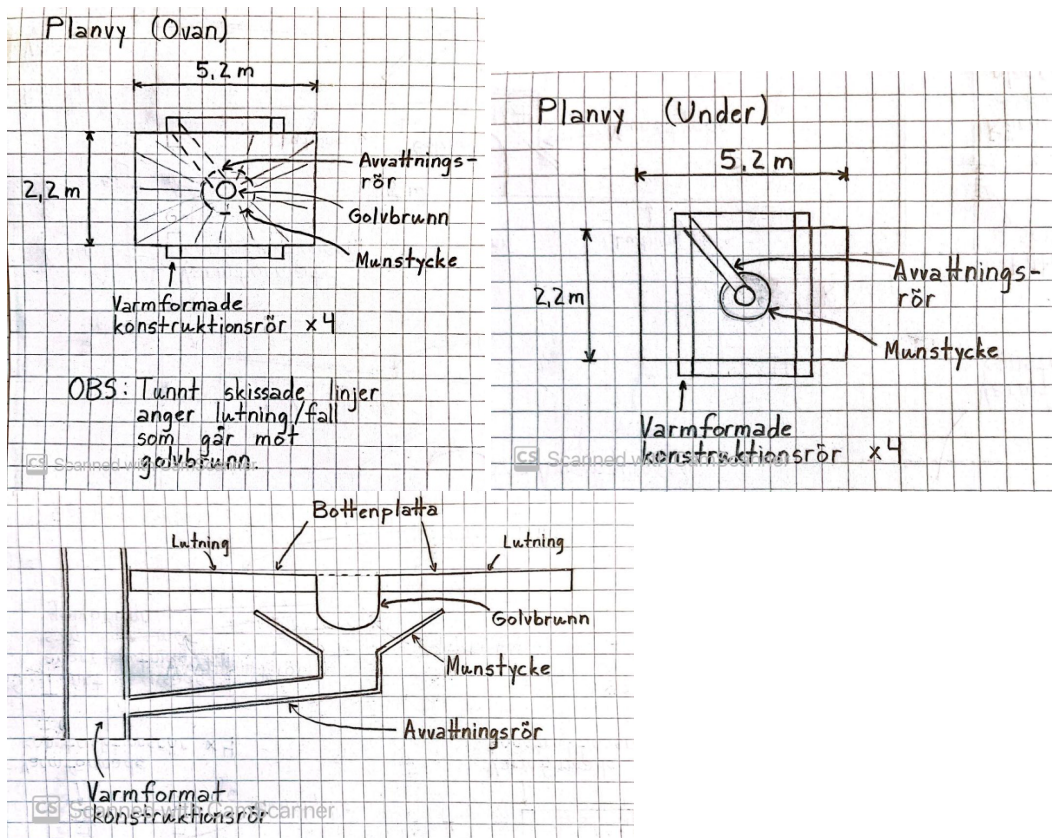


Bild 7: Koncept F

Koncept G, se Bild 8, består av en stålottenplatta som är bockad mot mitten där en golvbrunn är placerad. Golvbrunnen har ett filter för sten och smågrus. I en av de två horisontella stålbalkarna är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke och i stålbalken finns en ränna placerad. Rännan har en lutning mot ett godtyckligt VKR-rör i vilket dagvattnet rinner.

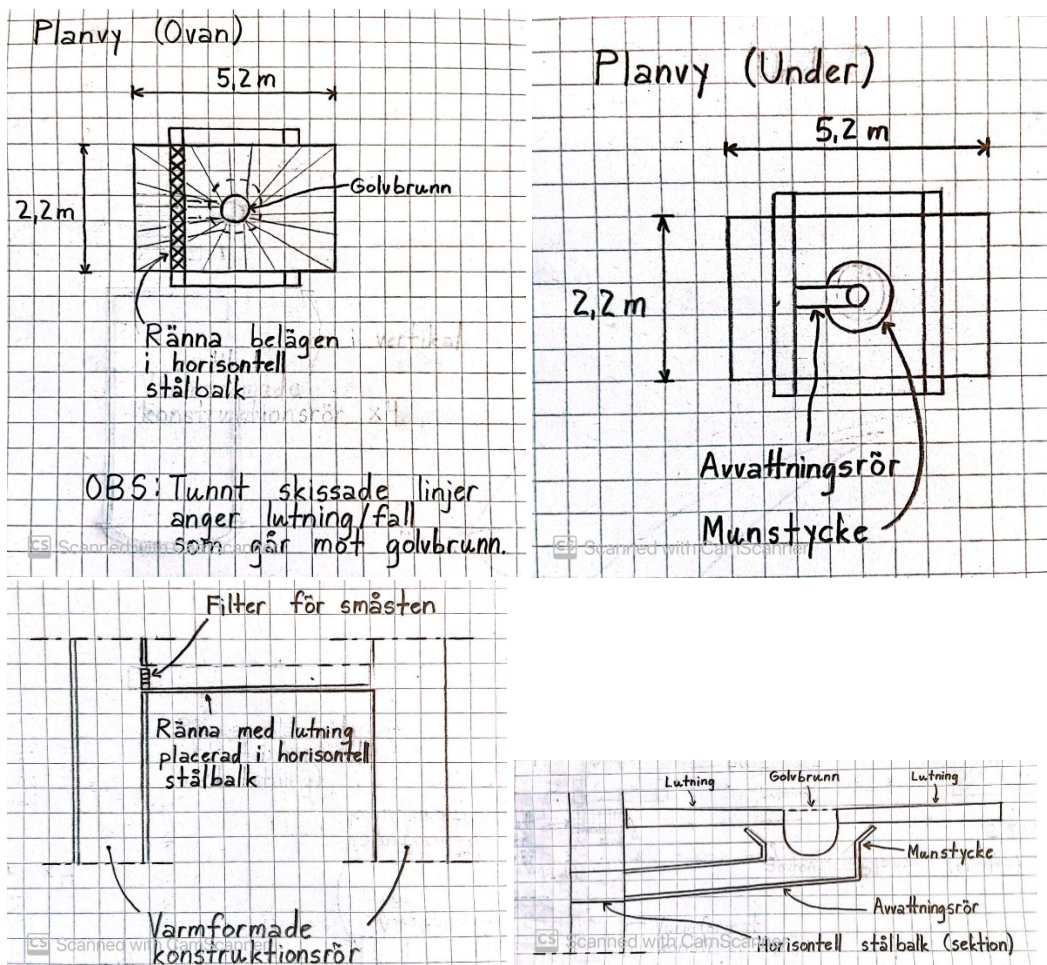


Bild 8: Koncept G

Koncept H, se Bild 9, är mer eller mindre identisk till Koncept G med skillnaden att rännan i mitten är delad så att ena halvan har en lutning/fall mot det enda VKR-röret och den andra halvan har en lutning/fall mot det andra VKR-röret. På det sättet kan dagvatten dräneras via två VKR-rör i stället för ett vilket möjliggör större kapaciteter.

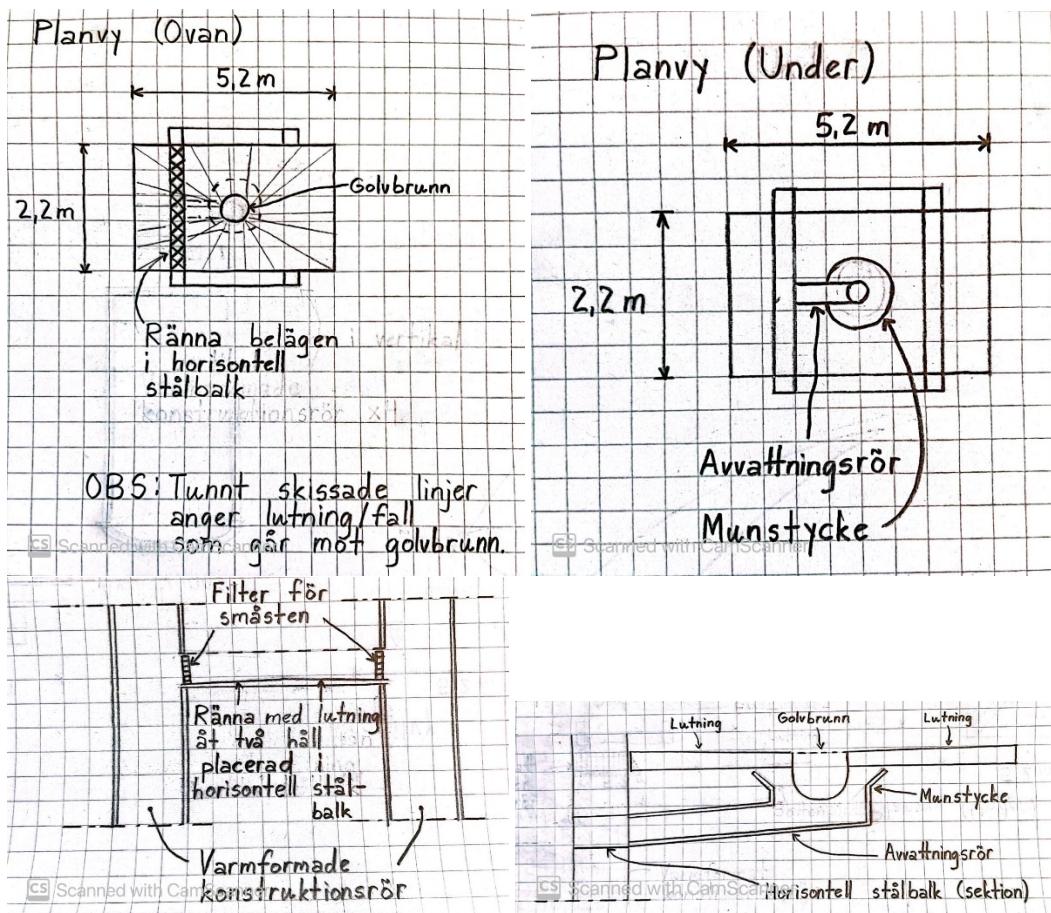


Bild 9: Koncept H

Koncept I, se Bild 10, består av en stålplatta som är enhetligt bockad mot en sida där en ränna är placerad. Rännan har en brunn, med filter för sten och smågrus, placerad i ena änden. I närmaste VKR-rör är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke. Dräneringsröret ska vara installerat så att munstyckets läge är under brunnen. När fordon står på bottenplattan och dagvatten börjar rinna ner i brunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottenplattan är direkt kopplad till lyftvagnen eller om de är separerade.

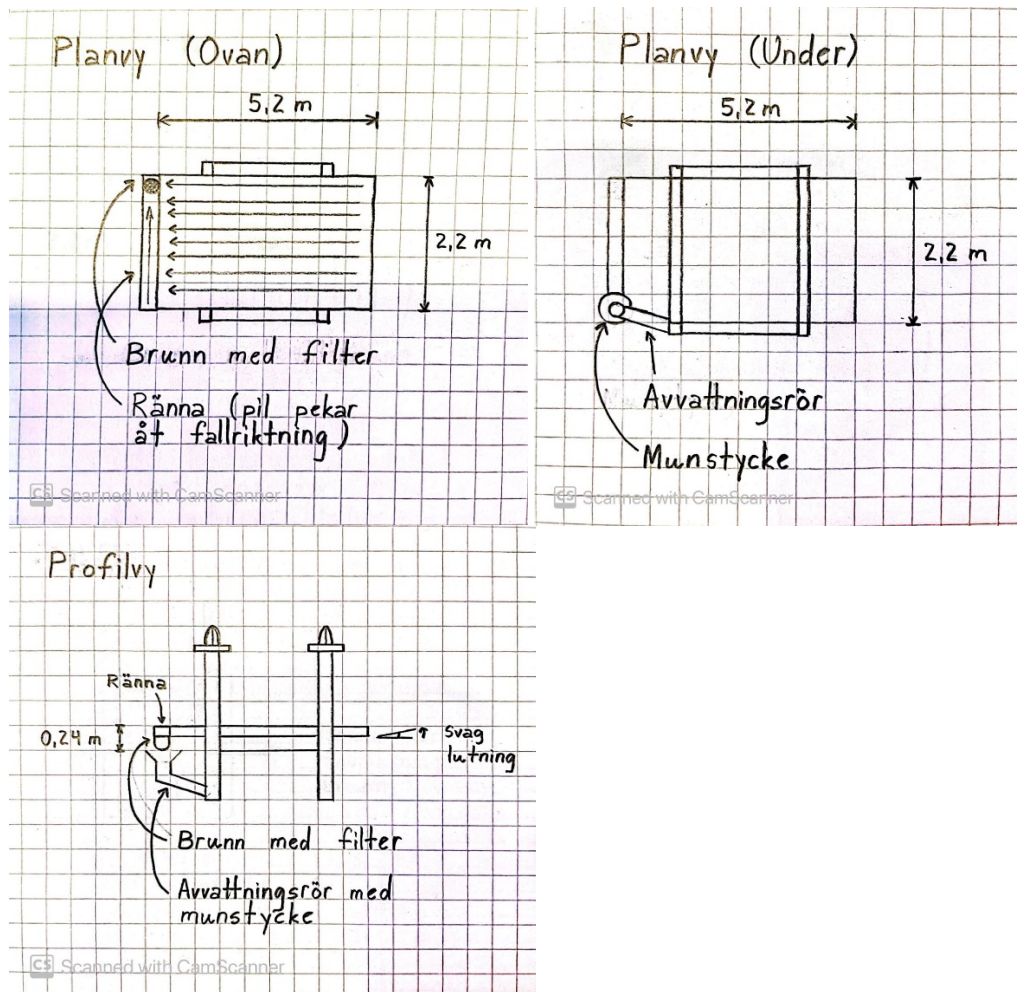


Bild 10: Koncept I

Koncept J, se Bild 11, består av en tvådelad stålbottnplatta med en ränna placerad i mitten. Bottnplattorna har lutning/fall mot rännan. Rännan har en golvbrunn placerad i mitten med ett filter för sten och smågrus. I godtyckligt VKR-rör är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke. Dräneringsröret ska vara installerat så att munstyckets läge är under golvbrunnen. När fordon står på bottnplattan och dagvatten börjar rinna ner i golvbrunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottnplattan är direkt kopplad till lyftvagnen eller om de är separerade.

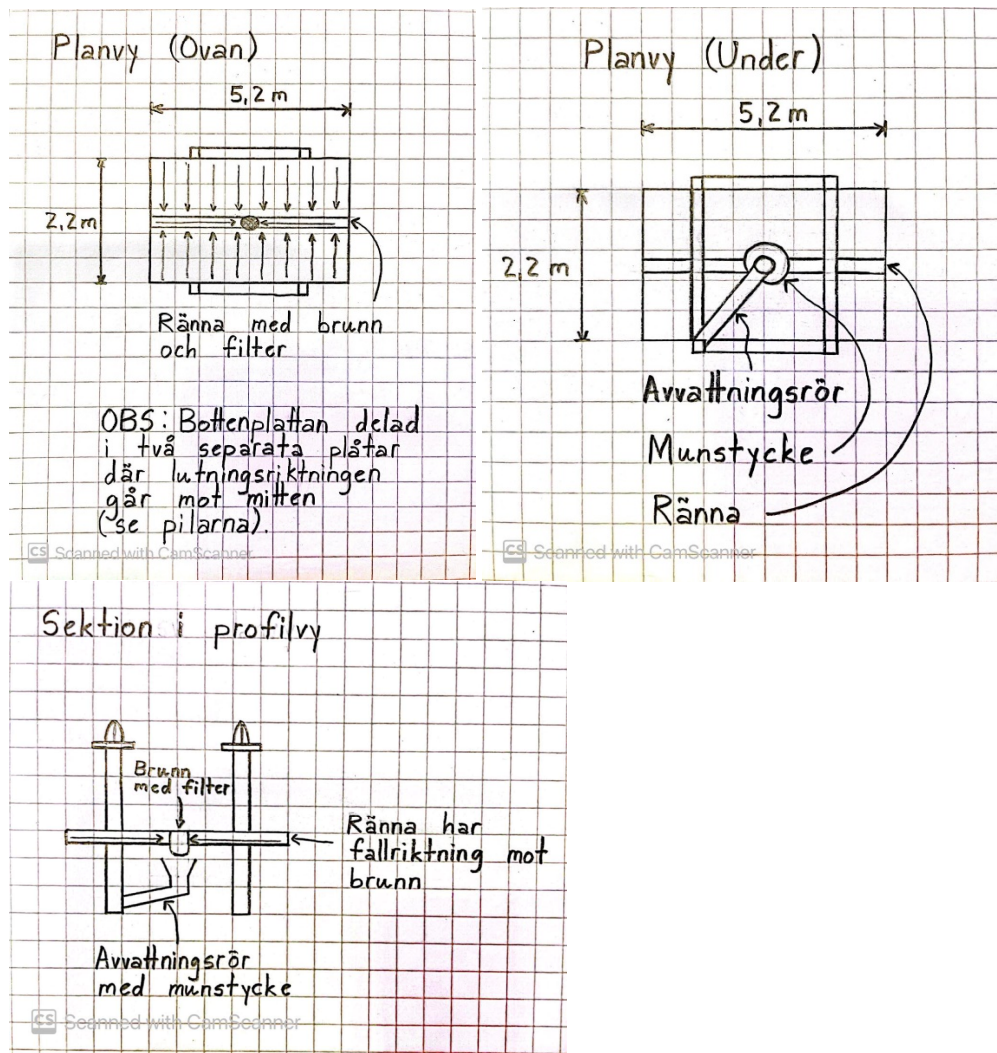


Bild 11: Koncept J

Koncept K, se Bild 12, består av en tvådelad stålbottnplatta med en ränna placerad i mitten. Bottenplattorna har lutning/fall mot rännan. Rännan har en golvbrunn placerad i mitten med ett filter för sten och smågrus. På undersidan finns en bassäng/balja placerad där dagvatten kommer att samlas. På undersidan av bassängen/baljan finns en ventil installerad vilket tillåter att den töms regelbundet.

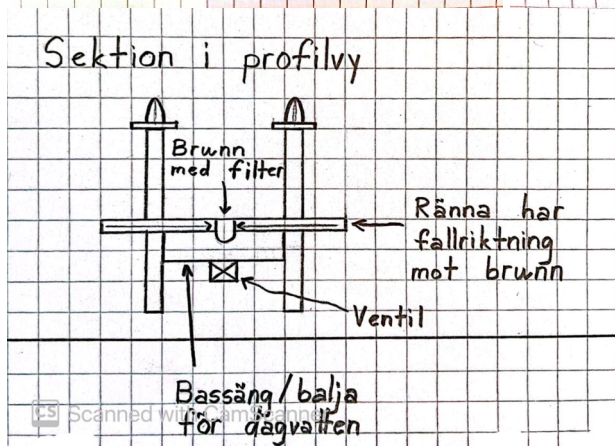
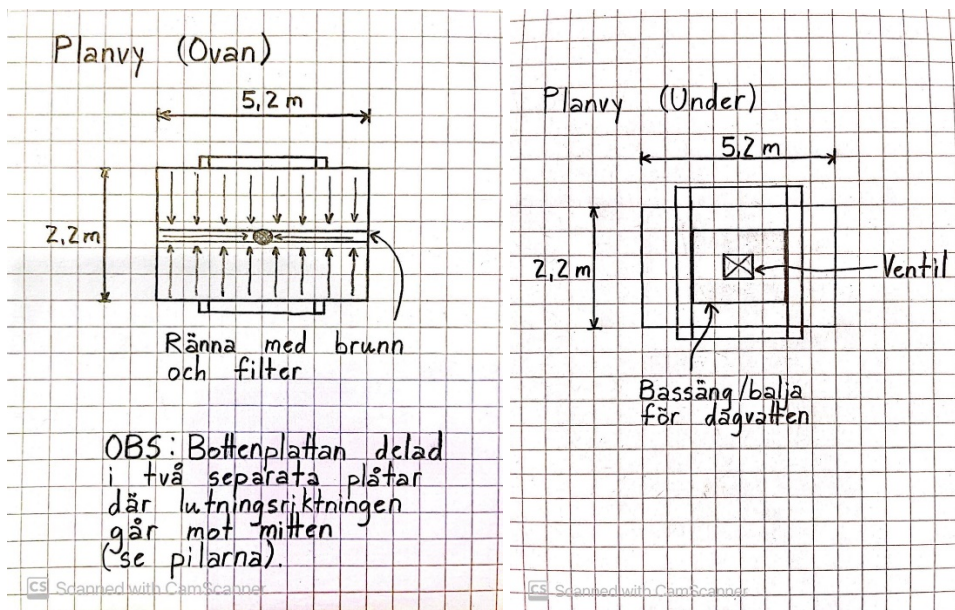


Bild 12: Koncept K

4.2.2 Övergång mellan VKR-rör

I Koncept L, se Bild 13, är en tallriksventil placerad i det övre VKR-röret. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att tallriksventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försedd med en trätt för att försäkra att droppande vatten fångas upp och då rören möts trycks tallriksventilen upp och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

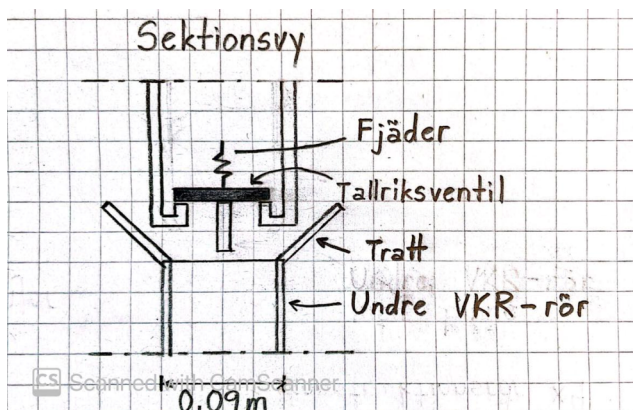


Bild 13: Koncept L

I koncept M, se Bild 14, är det övre röret försett med en gummiduk som är skuren. Om det undre VKR-röret är försett med en "hane" enligt bilaga B kommer gummit att öppna upp sig då hanen trycks genom det och samlat dagvatten kan rinna ner i det undre VKR-röret som ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

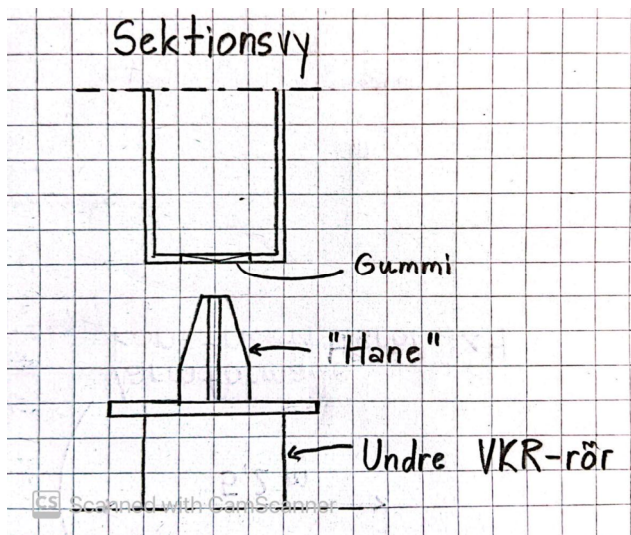


Bild 14: Koncept M

I Koncept N, se Bild 15, är en backventil med kula placerad i det övre VKR-röret. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att backventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försett med en tratt för att försäkra att droppande vatten fångas upp samt en utstickande pinne. Då rören möts trycks backventilen med kulan upp av pinnen och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

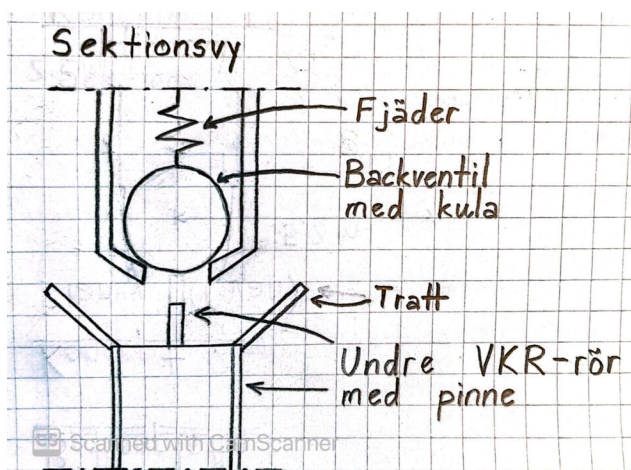


Bild 15: Koncept N

I Koncept O, se Bild 16, är det övre VKR-röret försett med en vridspjällventil som drivs av en vridmotor. Ventilen hindrar att vatten rinner ut från VKR-röret och vridmotorn tillåter automatisk öppning/stängning för att dränera VKR-röret och släppa vidare dagvattnet till det undre VKR-röret som VKR-röret som ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

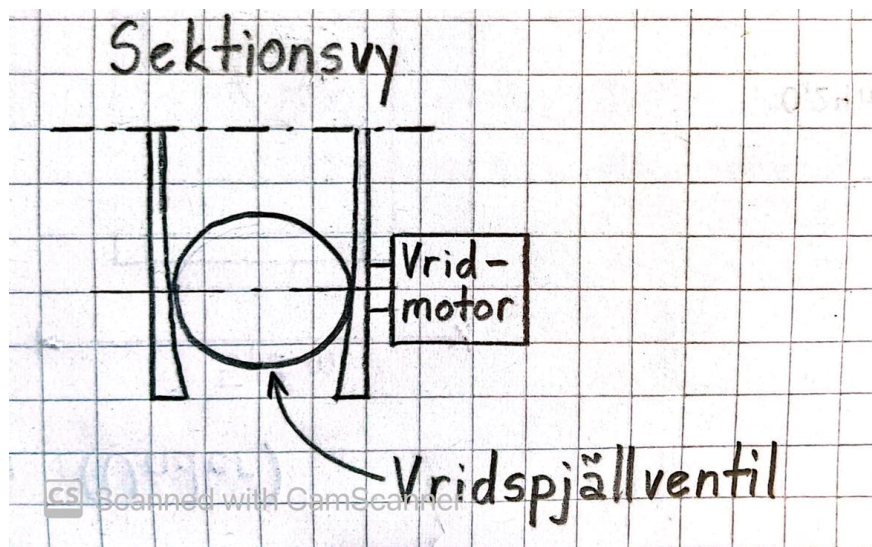


Bild 16: Koncept O

5 Urval

Urvalsprocessen av genererade koncept ska resultera i den bästa lösningen. Det första steget är att föra in samtliga koncept och eliminera dem med hänsyn till givna krav enligt Johanneson et al. (2013) beskrivning i 2.1.3 Konceptutvärdering. I elimineringsmatriser kan även andra parametrar tas med som till exempel förmåga att lösa huvudproblemet, realiserbarhet, inom kostnadsramar, säkerhet, ergonomi, etcetera. I aktuell produktutvecklingsprocess har krav och önskemål utformats på sådant vis att ovan nämnda parametrar har fångats upp.

I det andra steget har examensarbetaren, en medarbetare hos entreprenören och chefen för avdelningen där projektet genomförs alla var för sig gjort en Pughs matris där kvarvarande koncept har utvärderats. Även utvärdering genom Pughs metod beskrivs i avsnitt 2.1.3 Konceptutvärdering. De två bästa resultaten har sedan jämförts vilket ska ha resulterat i ett vinnande koncept. Därmed har de tre individerna fått varsitt vinnande koncept. De tre vinnande koncepten har sedan diskuterats i grupp och jämförts.

5.1 Elimineringmatriser

Konceptutvärdering med hjälp av elimineringsmatriser har utförts enligt 2.1.3 Konceptutvärdering.

5.1.1 Bottenplatta

Då generade koncept för bottenplatta med avvattning genom VKR-rör fördes in i Tabell 3 och jämfördes med krav blev det tydligt att koncepten A, B och C inte uppfyllde krav under kriterium 13 nämligen kompatibilitet med andra delar.

De koncepten förutsätter att bottenplattan och lyftvagnen med VKR-rör är sammankopplade under hela driften vilket dock inte är fallet då bottenplatta och lyftvagnen är separerade och sammankopplas först när bottenplattan med fordon ska förflyttas.

Koncepten D-K ansågs uppfylla kraven och har tagits med i efterföljande steg med Pughs matris.

LÖSNINGAR	Uppfyllande av krav								BESLUT
	1	2	3	4	5	9	10	13	
A	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	Förkasta
B	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	Förkasta
C	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	Förkasta
D	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
E	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
F	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
G	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
H	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
I	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
J	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll
K	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Behåll

Tabell 3: Elimineringmatris bottenplatta med avvattning genom VKR-rör

5.1.2 Övergång mellan VKR-rör

Då generade koncept för övergång mellan VKR-rör fördes in i matris och jämfördes med krav i Tabell 4 gjordes slutsatsen att samtliga koncept kunde uppfylla kraven och tagits med i efterföljande steg med Pughs matris.

LÖSNINGAR	Uppfyllande av krav			BESLUT
	1	2	8	
L	JA	JA	JA	Behåll

M	JA	JA	JA	Behåll
N	JA	JA	JA	Behåll
O	JA	JA	JA	Behåll

Tabell 4: Elimineringssmatris övergång mellan VKR-rör

5.2 Pughs matris

Pughs matris är en relativ beslutsmatris som används i konceptutvärderingsstadiet för att jämföra de olika genererade koncepten. Metoden innebär att varje koncept jämförs med de andra med hänsyn till konceptens förmåga att uppfylla givna önskemål. Ett av koncepten väljs som referens och resterande koncept bedöms efter hur de uppfyller varje önskemål jämfört med referensen. Det här diskuteras i avsnitt 2.1.3 Konceptutvärdering.

Då ett koncept uppfyller ett önskemål bättre än referensen multipliceras önskemålets viktning med 1 och läggs till i konceptets totala betyg, om det uppfyller ett önskemål sämre än referensen multipliceras önskemålets viktning med -1 och läggs till i konceptets totala betyg och om det uppfyller ett önskemål likvärdigt referensen multipliceras önskemålets viktning med 0. Det här utförs för varje önskemål och sedan summeras de numeriska betygen för varje önskemål för att generera ett slutgiltigt numeriskt betyg för konceptet i fråga. Om konceptets slutgiltiga numeriska betyg är positivt är det bättre än referensen, om det är negativt är konceptet sämre än referensen och om det är lika med 0 anses konceptet och referensen vara likvärdiga.

Konceptutvärdering med Pughs matris utfördes separat av tre personer för att säkra tre oberoende av varandra resultat. De tre personerna utförde utvärderingen själva, utan påverkan från de andra. Nedan redovisas Pughs matriser och de tre personerna benämns som Utförande 1, Utförande 2 och Utförande 3.

5.2.1 Bottenplatta

Utförande 1

I Tabell 5 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept D och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringssmatrisen i Tabell 3 (se 5.1 Elimineringssmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncept E fick slutbetyg -12, ett negativt värde, medan resterande koncept fick positiva slutbetyg och därmed kunde referensen D och koncept E elimineras.

	Ref.																
Önskemål	Vikt	Alt.D	Alt.E	Alt.E	Alt.F	Alt.F	Alt.G	Alt.G	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I	Alt.J	Alt.J	Alt.K	Alt.K	
Lätt att rengöra	5	0	0	0	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	0	0	
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	-1	-3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	0	0	
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	8	1	8	
Lågt underhållsbehov	9	0	-1	-9	1	9	1	9	1	9	1	9	1	9	0	0	
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	0	0	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	0	0	
Estetiskt	2	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-1	-2	-1	-2	
SUMMERING REF. ALT.D	SUM			-12		25		25		25		31		31		6	

Tabell 5: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 1, Iteration 1

I Tabell 6 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept G valdes som referens och jämfördes mot de koncept som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 5.

Koncept K fick slutbetyg -25 medan resterande koncept fick positiva slutbetyg och därmed kunde referensen G och koncept G elimineras.

		Ref.										
Önskemål	Vikt	Alt.G	Alt.F	Alt.F	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I	Alt.J	Alt.J	Alt.K	Alt.K
Lätt att rengöra	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	1	3	0	0	1	3	1	3	-1	-3
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	0	0	0	0	1	8	1	8	0	0
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0	0	0	1	9	1	9	-1	-9
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	1	8	1	8	1	8	1	8	-1	-8
Estetiskt	2	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	-2	0	0
SUMMERING REF. ALT.G		SUM		11		8		26		26		-25

Tabell 6: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 1, Iteration 2

I Tabell 7 redovisas resultaten från den tredje iterationen där koncept J valdes som referens och jämfördes mot de koncept som var kvar efter den andra iterationen som presenteras i Tabell 6.

Koncept F fick slutbetyg -6, koncept H fick slutbetyg -23 och koncept I fick slutbetyg 6. Baserat på det eliminerades koncepten F och H tillsammans med referensen J. Därmed blev koncept I vinnande hos Utförande 1.

		Ref.						
Önskemål	Vikt	Alt.J	Alt.F	Alt.F	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I
Lätt att rengöra	5	0	0	0	0	0	0	0
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	0	0	0	0	0	0
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	-1	-8	-1	-8	1	8
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0	-1	-9	0	0
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	0	0	-1	-8	0	0
Estetiskt	2	0	1	2	1	2	-1	-2
SUMMERING REF. ALT.J		SUM		-6		-23		6

Tabell 7: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 1, Iteration 3

Utförande 2

I Tabell 8 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept D och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringsmatrisen i Tabell 3 (se 5.1 Elimineringsmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncepten E, G och H fick var och en slutbetyg -25 medan koncept F fick slutbetyg -21. Därmed kunde koncepten E, F, G, H och referens D elimineras. Koncept I fick slutbetyg 19 medan koncept J och K fick slutbetyg 25. Med de positiva slutbetygen gick koncepten I, J och K vidare till den andra iterationen.

		Ref.											
Önskemål	Vikt	Alt.D	Alt.E	Alt.E	Alt.F	Alt.F	Alt.G	Alt.G	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I	Alt.J
Lätt att rengöra	5	0	-1	-5	-1	-5	-1	-5	-1	-5	1	5	1
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	-1	-3	0	0	-1	-3	-1	-3	1	3	1
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	0	0	-1	-8	-1	-8	-1	-8	0	1	8
Lågt underhållsbehov	9	0	-1	-9	0	0	-1	-9	-1	-9	1	9	1
Drift vid minusgrader	8	0	-1	-8	-1	-8	0	0	0	0	0	0	0
Estetiskt	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
SUMMERING REF. ALT.D		SUM		-25		-21		-25		-25		19	25

Tabell 8: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 2, Iteration 1

I Tabell 9 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept I valdes som referens och jämfördes mot de koncept som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 8.

Koncept J fick slutbetyg 8 medan koncept K fick slutbetyg 3 och därmed gick båda koncepten vidare medan referens I eliminerades.

		Ref.				
Önskemål	Vikt	Alt.I	Alt.J	Alt.J	Alt.K	Alt.K
Lätt att rengöra	5	0	0	0	0	0
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	0	0	1	3
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	1	8	0	0
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0	0	0
Drift vid minusgrader	8	0	0	0	0	0
Estetiskt	2	0	0	0	0	0
SUMMERING REF. ALT.D		SUM		8		3

Tabell 9: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 2, Iteration 2

I Tabell 10 redovisas resultaten från den tredje iterationen där koncept J valdes som referens och jämfördes mot koncept K som var kvar efter den andra iterationen som presenteras i Tabell 9.

Koncept K fick slutbetyg 13 och därmed blev koncept K vinnande hos Utförande 2.

		Ref.		
Önskemål	Vikt	Alt.J	Alt.K	Alt.K
Lätt att rengöra	5	0	1	5
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	0	0
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	1	8
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0
Drift vid minusgrader	8	0	0	0
Estetiskt	2	0	0	0
SUMMERING REF. ALT.D		SUM		13

Tabell 10: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 2, Iteration 3

Utförande 3

I Tabell 11 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept D och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringsmatrisen i Tabell 3 (se 5.1 Elimineringsmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncept E fick slutbetyget -20 medan koncepten F, G, H, I och J fick slutbetyg 33. Koncept K fick slutbetyg 8. Koncept E eliminerades på grund av sitt negativa slutbetyg samtidigt som koncept K eliminerades på grund av den stora skillnaden från resterande koncept. Därmed gick koncepten F, G, H, I och J vidare till den andra iterationen.

		Ref.														
Önskemål	Vikt	Alt.D	Alt.E	Alt.E	Alt.F	Alt.F	Alt.G	Alt.G	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I	Alt.J	Alt.J	Alt.K	Alt.K
Lätt att rengöra	5	0	0	0	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	0	0
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	-1	-3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	0	0
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	0	0	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
Lågt underhållsbehov	9	0	-1	-9	1	9	1	9	1	9	1	9	1	9	0	0
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	-1	-8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	0	0
Estetiskt	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMMERING REF. ALT.D		SUM		-20		33		33		33		33		33		8

Tabell 11: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 3, Iteration 1

I Tabell 12 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept F valdes som referens och jämfördes mot de koncept som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 11.

Koncept I fick slutbetyg 13 medan koncept J fick slutbetyg 8. Koncepten G och H fick slutbetyget -13. Därmed kunde koncepten G och H samt referensen F elimineras medan koncepten I och J gick vidare till den tredje iterationen.

		Ref.									
Önskemål	Vikt	Alt.F	Alt.G	Alt.G	Alt.H	Alt.H	Alt.I	Alt.I	Alt.J	Alt.J	
Lätt att rengöra	5	0	-1	-5	-1	-5	1	5	0	0	
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	0	0	0	0	1	8	1	8	
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	-1	-8	-1	-8	0	0	0	0	
Estetiskt	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMMERING REF. ALT.F		SUM		-13		-13		13		8	

Tabell 12: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 3, Iteration 2

I Tabell 13 redovisas resultaten från den tredje iterationen där koncept I valdes som referens och jämfördes mot koncept J som var kvar efter den andra iterationen som presenteras i Tabell 12.

Koncept J fick slutbetyg -10 och därmed blev koncept I vinnande hos Utförande 3.

		Ref.			
Önskemål	Vikt	Alt.I	Alt.J	Alt.J	
Lätt att rengöra	5	0	0	0	
Låg tillverkningskostnad för rörliga detaljer	3	0	0	0	
Låg tillverkningskostnad för stålskelett	8	0	-1	-8	
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0	
Drifttemperatur vid minusgrader	8	0	0	0	
Estetiskt	2	0	-1	-2	
SUMMERING REF. ALT.I		SUM		-10	

Tabell 13: Pughs matris för bottenplatta av Utförande 3, Iteration 3

5.2.2 Övergång mellan VKR-rör

Utförande 1

I Tabell 14 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept M och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringsmatrisen i Tabell 4 (se 5.1 Elimineringsmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncept O fick slutbetyg -23, ett negativt värde, medan resterande koncept fick positiva slutbetyg och därmed kunde referensen M och koncept O elimineras.

		Ref.						
Önskemål	Vikt	Alt.M	Alt.L	Alt.L	Alt.N	Alt.N	Alt.O	Alt.O
Monteringsvänlighet	2	0	1	2	1	2	1	2
Låg tillverkningskostnad	7	0	1	7	-1	-7	-1	-7
Lågt underhållsbehov	9	0	1	9	1	9	-1	-9
Självslutande	9	0	1	9	1	9	-1	-9
				27		13		-23
SUMMERING REF. ALT.M		SUM		27		13		-23

Tabell 14: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 1, Iteration 1

I Tabell 15 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept L valdes som referens och jämfördes mot koncept N som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 14.

Koncept N fick slutbetyg 2 och därmed blev koncept N vinnande hos Utförande 1.

		Ref.		
Önskemål	Vikt	Alt.L	Alt.N	Alt.N
Monteringsvänlighet	2	0	0	0
Låg tillverkningskostnad	7	0	-1	-7
Lågt underhållsbehov	9	0	1	9
Självslutande	9	0	0	0
				2
SUMMERING REF. ALT.L		SUM		2

Tabell 15: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 1, Iteration 2

Utförande 2

I Tabell 16 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept M och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringsmatrisen i Tabell 4 (se 5.1 Elimineringmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncept O fick slutbetyg -5, ett negativt värde, medan resterande koncept fick positiva slutbetyg och därmed kunde referensen M och koncept O elimineras.

		Ref.						
Önskemål	Vikt	Alt.M	Alt.L	Alt.L	Alt.N	Alt.N	Alt.O	Alt.O
Monteringsvänlighet	2	0	1	2	1	2	1	2
Låg tillverkningskostnad	7	0	1	7	-1	-7	-1	-7
Lågt underhållsbehov	9	0	1	9	1	9	-1	-9
Självslutande	9	0	1	9	1	9	1	9
SUMMERING REF. ALT.M		SUM		27		13		-5

Tabell 16: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 2, Iteration 1

I Tabell 17 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept L valdes som referens och jämfördes mot koncept N som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 13.

Koncept N fick slutbetyg -7 och därmed blev koncept L vinnande hos Utförande 2.

		Ref.		
Önskemål	Vikt	Alt.L	Alt.N	Alt.N
Monteringsvänlighet	2	0	0	0
Låg tillverkningskostnad	7	0	-1	-7
Lågt underhållsbehov	9	0	0	0
Självslutande	9	0	0	0
SUMMERING REF. ALT.L		SUM		-7

Tabell 17: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 2, Iteration 2

Utförande 3

I Tabell 18 redovisas resultaten från den första iterationen. Som referens valdes koncept M och de koncept som var kvar efter konceptutvärdering i elimineringsmatrisen i Tabell 4 (se 5.1 Elimineringsmatriser) jämfördes med referensen med hänsyn till önskemålen.

Koncept O fick slutbetyg -27, ett negativt värde, medan resterande koncept fick positiva slutbetyg och därmed kunde referensen M och koncept O elimineras.

		Ref.							
Önskemål	Vikt	Alt.M	Alt.L	Alt.L	Alt.N	Alt.N	Alt.O	Alt.O	
Monteringsvänlighet	2	0	0	0	0	0	-1	-2	
Låg tillverkningskostnad	7	0	-1	-7	-1	-7	-1	-7	
Lågt underhållsbehov	9	0	1	9	1	9	-1	-9	
Självslutande	9	0	1	9	1	9	-1	-9	
SUMMERING REF. ALT.M		SUM		11		11		-27	

Tabell 18: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 3, Iteration 1

I Tabell 19 redovisas resultaten från den andra iterationen där koncept L valdes som referens och jämfördes mot koncept N som var kvar efter den första iterationen som presenteras i Tabell 18.

Koncept N fick slutbetyg 9 och därmed blev koncept N vinnande hos Utförande 3.

		Ref.		
Önskemål	Vikt	Alt.L	Alt.N	Alt.N
Monteringsvänlighet	2	0	0	0
Låg tillverkningskostnad	7	0	0	0
Lågt underhållsbehov	9	0	1	9
Självslutande	9	0	0	0
SUMMERING REF. ALT.L		SUM		9

Tabell 19: Pughs matris för övergång mellan VKR-rör av Utförande 3, Iteration 2

6 Vidareutveckling

Följande kapitel behandlar den sista fasen i produktutvecklingsprocessen. Inledningsvis diskuteras valen av koncept som baseras på resultaten från Pughs matris och övergår sedan i vidareutveckling av de valda koncepten.

I vidareutvecklingen beskrivs de valda koncepten mer ingående och hänsyn tas till detaljer samt ingående delar. Vidare ges det möjlighet till att lägga till, ta bort och ändra i koncepten. Tidigare idéer och lösningar kan utnyttjas under förutsättningen att de uppfyller ställda krav i Tabell 1 och Tabell 2 i Kapitel 3 Kravställning.

6.1 Valda koncept

I det här avsnittet diskuteras valet av koncept för bottenplatta och övergång mellan VKR-rör. Utmaningar och potentiella krav som inte fångades upp i de tidigare faserna samt hur de kan integreras och behandlas i den slutgiltiga lösningen behandlas här. De vinnande koncepten från Pughs matriserna är inte nödvändigtvis de slutgiltiga koncepten.

I det fall då det valda konceptet skiljer sig från det vinnande konceptet i Pughs matriser tas en idéskiss fram av det slutgiltiga konceptet i avsnitt 6.2.

6.1.1 Bottenplatta

I Tabell 20 presenteras en sammanställning av de tre vinnande koncepten och respektive utförande från avsnitt 5.2.1 Bottenplatta. Utförande 1 och Utförande 3 genererade koncept I, se bild 10, som vinnande koncept medan Utförande 2 genererade koncept K, se bild 12.

Utförande	Vinnande koncept
1	I
2	K
3	I

Tabell 20: Sammanställning av vinnande koncept från Pughs matriser, bottenplatta

Därmed vinner koncept I över koncept K. Vid vidare analys av koncept I blev vissa brister tydliga. Koncept I förutsätter att konstruktionen har en bestämd riktning åt vilken den kan vändas vid lyft och placering av kassetter i och med att rännan med brunn är belägen parallellt med kortsidan av bottenplattan. Det är viktigt att fordon inte kör över ränna och brunn vid inkörning i parkeringskassetterna på grund av skador. Vidare kräver koncept I kanter på långsidorna för att inte vatten ska rinna ut på sidorna.

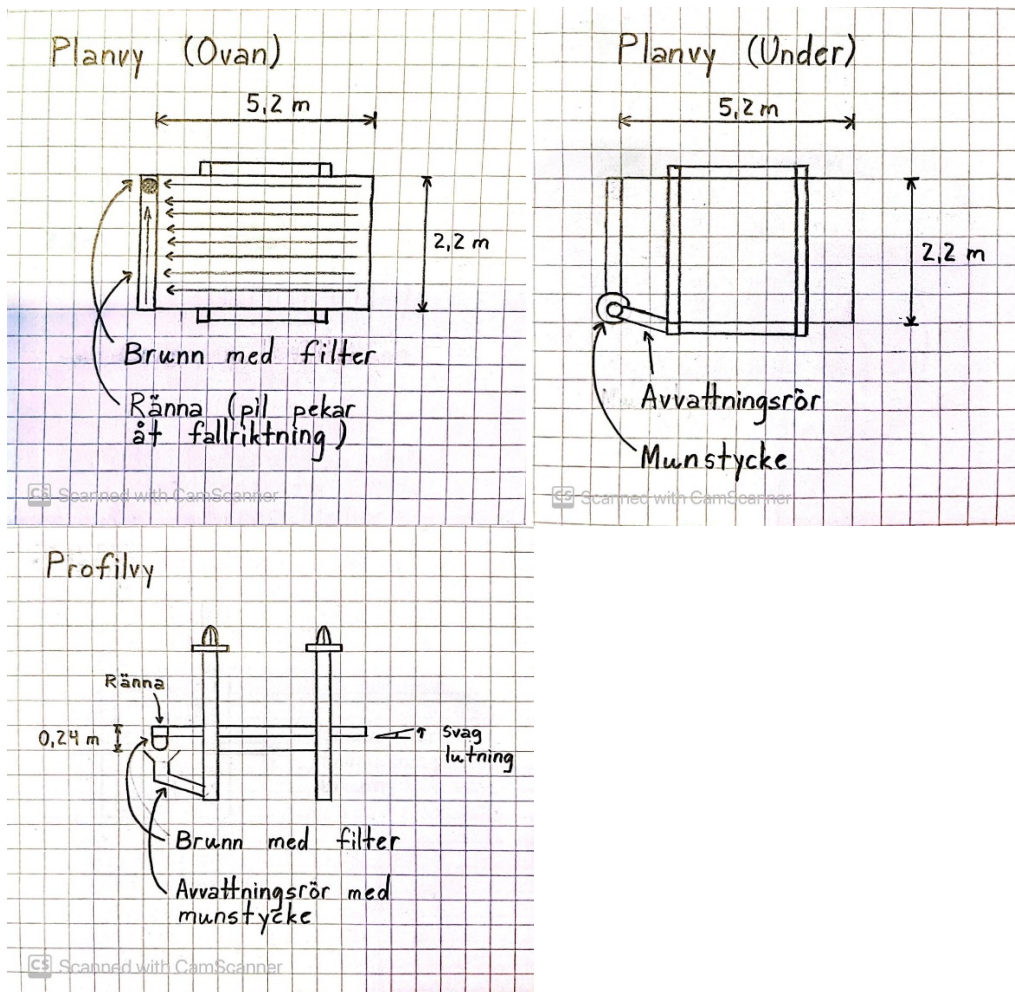


Bild 10: Koncept I

På grund av upptäckta brister i koncept I undersöktes koncept J och K på nytt. Koncept K var det vinnande konceptet hos Utförande 2 medan koncept J, se bild 11, blev det andra bästa konceptet hos alla tre utförande.

Koncept J och K har flera delfunktioner som är identiska. Båda består av en tvådelad stålbottnenplatta med en ränna placerad i mitten. Bottnenplattorna har lutning/fall mot rännan. Rännan har en golvbrunn placerad i mitten med ett filter för sten och smågrus. Den stora skillnaden mellan koncepten är hanteringen efter att det lämnar rännan genom brunnen.

I koncept J är ett godtyckligt VKR-rör kopplat till ett dräneringsrör med ett munstycke. Dräneringsröret ska vara installerat så att munstyckets läge är under golvbrunnen. När fordon står på bottnenplattan och dagvatten börjar rinna ner i golvbrunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottnenplattan är direkt kopplad till lyftvaggan eller om de är separerade.

I koncept K finns det däremot på undersidan av bottnenplattan en bassäng/balja placerad där dagvatten kommer att samlas. På undersidan av bassängen/baljan finns en ventil installerad vilket tillåter att den töms regelbundet.

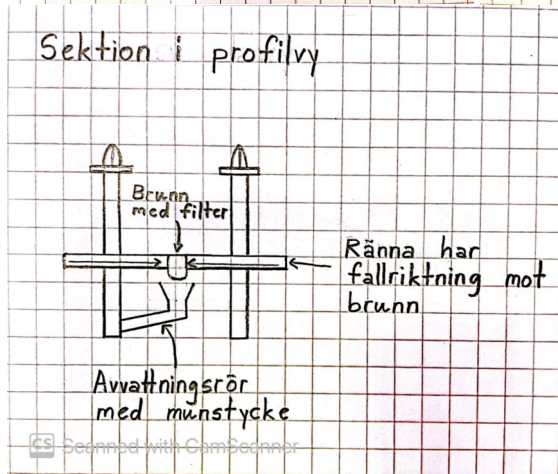
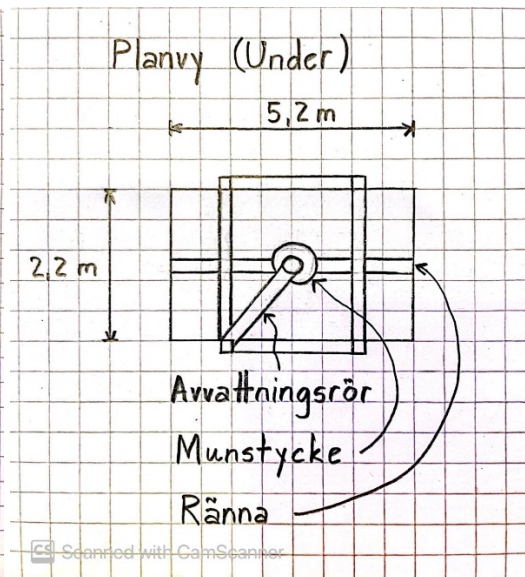
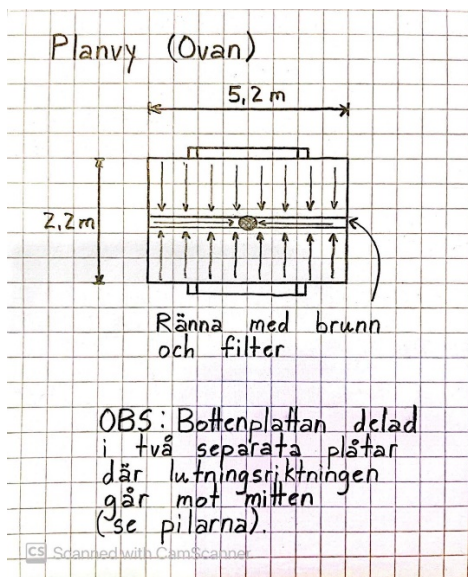
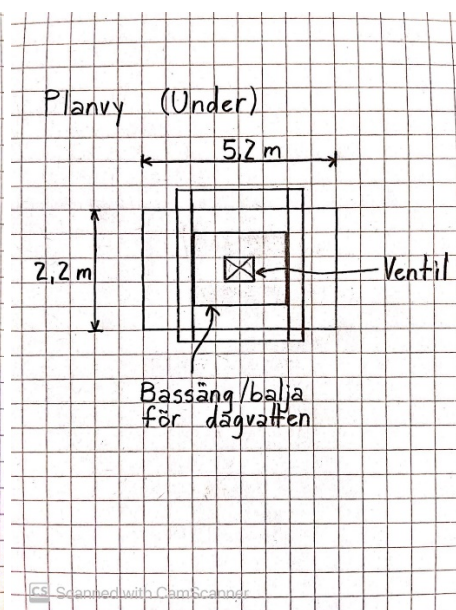
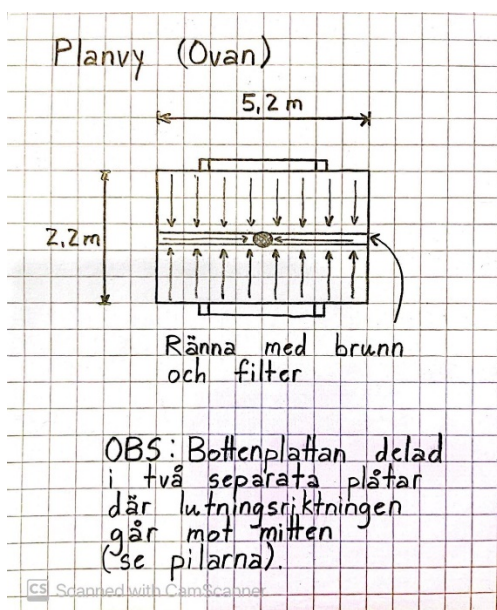


Bild 11: Koncept J



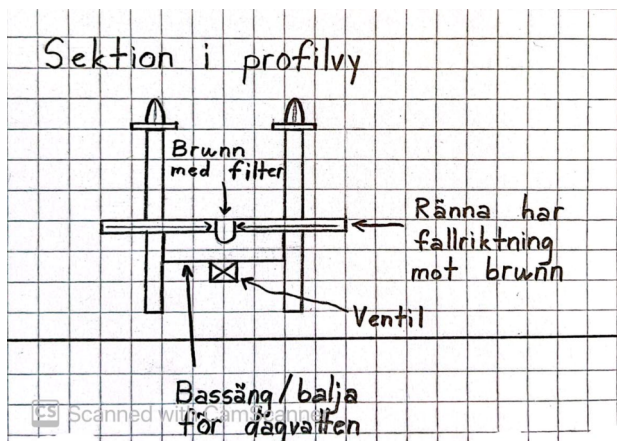


Bild 12: Koncept K

Med hänsyn tagen till önskemålet "Drift vid minusgrader" som anges under kriterium 10 i Tabell 1 i avsnitt 3.1 anses bassängen/baljan med ventil som sämre lämpad än dräneringslösningen beskriven i koncept J. Dräneringsrör med munstycke kopplat till ett VKR-rör som fångar upp vatten från bottenplattan säkrar ett konstant flöde vilket i sin tur torde säkra att vatten inte fryser medan bassängen/baljan förutsätter att vatten kan samlas och ligga i bassängen/baljan under längre perioder. Därför kan vatten frysa i bassängen/baljan. Vidare kräver ventiler underhåll. Förmågan att uppfylla resterande önskemål var antingen identisk eller snarlik för både koncept J och K. Därför ansågs koncept J som det bättre av dem två.

För att säkra läckage av vatten på kortsidorna i koncept J går det att svetsa plåtar på kortsidorna som har lutning mot den inre plåten som i sin tur lutar mot rännan. Att förse kortsidorna med kanter skapar utstickande objekt som kan bli påkörda av fordon som kör in. Förutsatt att läckage på kortsidorna avvärjs utan kanter så finns det inga delar i koncept J som är utstickande med möjlighet att bli påkörda av fordon vid parkering och kräver därför inte exakt placering i given position som koncept I. Därmed väljs koncept J som slutgiltig lösning över både koncept I och K.

6.1.2 Övergång mellan VKR-rör

I Tabell 21 presenteras en sammanställning av de tre vinnande koncepten och respektive utförande från avsnitt 5.2.2 Övergång mellan VKR-rör. Utförande 1 och Utförande 3 genererade koncept N, se bild 15, som vinnande koncept medan Utförande 2 genererade koncept L, se bild 13.

Utförande	Vinnande koncept
1	N
2	L
3	N

Tabell 21: Sammanställning av vinnande koncept från Pughs matriser, övergång mellan VKR-rör

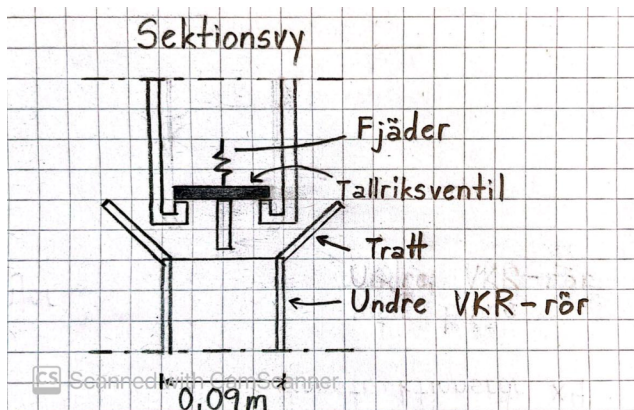


Bild 13: Koncept L

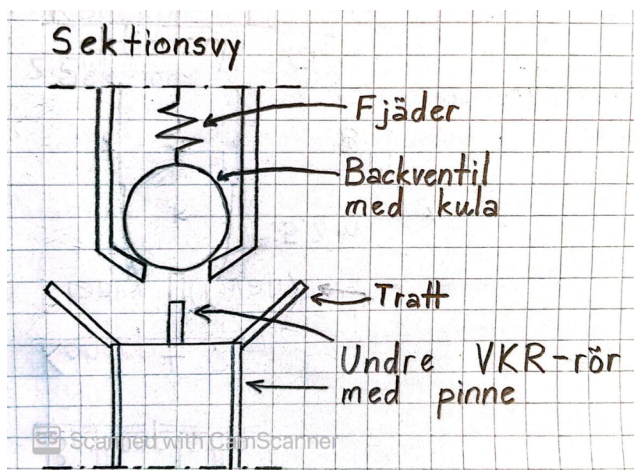


Bild 15: Koncept N

Koncept N är en backventil med kula placerad i det övre VKR-röret. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att backventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försedd med en tratt för att försäkra att droppande vatten fångas upp samt en utstickande pinne. Då rören möts trycks backventilen med kulan upp av pinnen och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

Backventil med kula finns som färdig produkt. Lösningen ska användas i en korrosionsmiljö med vatten som kan innehålla salter och för det finns det backventiler med gummiklädda stålkulor. Då backventilen är stängd kommer den gummiklädda kulan att pressas mot öppningen och kontakten mellan gummit och öppningen kommer att hållas tätt. Backventiler finns även i olika dimensioner vilket möjliggör anpassning till olika dimensioner av VKR-rör.

Koncept L är en tallriksventil placerad i det övre VKR-röret. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att tallriksventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försedd med en tratt för att försäkra att droppande vatten fångas upp och då rören möts trycks tallriksventilen upp och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

Koncept L finns inte som en standardprodukt utan skulle behöva tillverkas särskilt för VKR-rör. Den korrosiva miljön kräver att tallriksventilen är i ett korrosionsbeständigt material samtidigt som viss hållfasthet uppnås. För att hålla konstruktionen tätt måste tallriken och kanten på öppningen i VKR-rör vara slipade.

Därmed väljs koncept N som slutgiltig lösning för övergång mellan VKR-rör.

6.2 Slutkoncept

I det här avsnittet presenteras valda slutkoncept. Koncept J valdes slutligen som lösning för bottenplattan men med ändringar som diskuteras i avsnitt 6.1. I aktuellt avsnitt kommer de ändringarna att inkluderas och en slutgiltig skiss för dränering av bottenplatta att presenteras.

För övergång mellan VKR-rör valdes koncept N och inga ändringar har tillkommit till den redan presenterade skissen. Backventil med kula finns som standardprodukt i olika dimensioner och storlekar och möjliggör anpassning till VKR-rör av olika storlekar.

6.2.1 Bottenplatta

Bild 19 visar utformad lösning för dränering av bottenplattan. Lösningen är i princip koncept J som presenteras i Bild 11 men med ändringar.

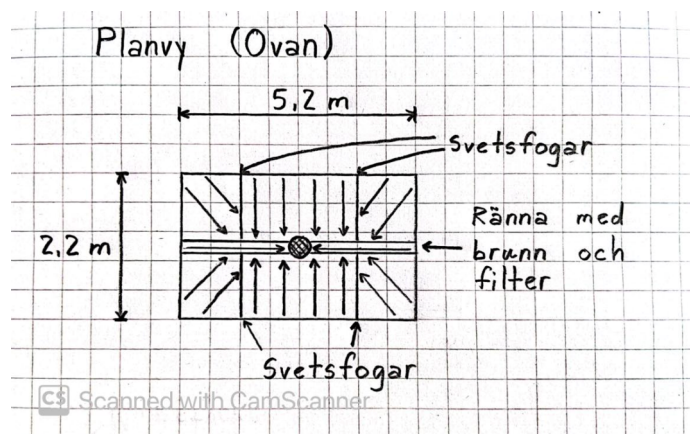


Bild 19: Slutkoncept för dränering av bottenplatta

Koncept J består av en bottenplatta delad i två separata plåtar där lutningsriktningen går mot mitten där rännan är placerad.

Slutkonceptet består av sex plåtdelar. De två bredare mittenplåtarna har lutningsriktning mot mitten där en ränna är placerad med en mindre plåt svetsad på var sida om de bredare mittenplåtarna. De mindre plåtarna har lutning diagonalt in mot de bredare plåtarna och rännan. På så sätt undviks läckage på sidorna utan kanter som kan bli påkörda.

6.2.2 Övergång mellan VKR-rör

För övergång mellan VKR-rör väljs koncept N som är en backventil med kula och som presenteras i Bild 20. Diskussion kring valet återfinns i avsnitt 6.1.2.

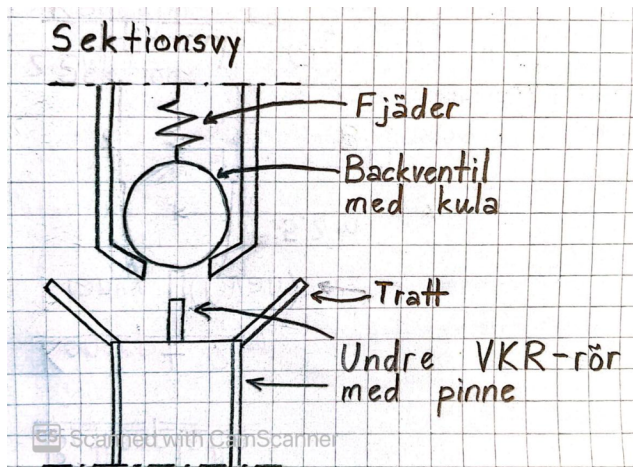


Bild 20: Slutkoncept för övergång mellan VKR-rör

7 Slutsats

I följande kapitel sker en återkoppling till angivet syfte i Kapitel 1 genom att given frågeställning i avsnitt 1.4 besvaras.

Hur säkras vattenavrinning från bottenplatta?

Bottenplattan består av sex plåtdelar. De två bredare mittenplåtarna har lutningsriktning mot mitten där en ränna är placerad med en mindre plåt svetsad på var sida om de bredare mittenplåtarna. De mindre plåtarna har lutning diagonalt in mot de bredare plåtarna och rännan. På så sätt undviks läckage på sidorna utan kanter som kan bli påkörda.

Vidare har rännan en golvbrunn placerad i mitten med ett filter för sten och smågrus. I godtyckligt VKR-rör är ett dräneringsrör kopplat med ett munstycke. Dräneringsröret ska vara installerat så att munstyckets läge är under golvbrunnen. När fordon står på bottenplattan och dagvatten börjar rinna ner i golvbrunnen ska det kunna droppa ner i munstycket oberoende om bottenplattan är direkt kopplad till lyftvagnen eller om de är separerade.

Hur förhindras att vatten läcker vid förflyttning av kassetter?

En backventil med kula placeras i det övre VKR-röret. En fjäder är installerad på toppen, med godtyckligt stöd för att försäkra att backventilen är pressad mot VKR-rörets inre kanter. Det undre VKR-röret är försedd med en tratt för att försäkra att droppande vatten fångas upp samt en utstickande pinne. Då rören möts trycks backventilen med kulan upp av pinnen och vatten kan rinna ner i det undre röret. Det undre VKR-röret ska vara försett med hål för att tillåta vattengenomströmning.

8 Rekommendation för vidare studier

I det här kapitlet ges rekommendationer till fortsatta studier.

8.1 Materialval

I det här arbetet har materialval diskuterats väldigt generellt och bara för vissa delar av de koncept och lösningar som har genererats. Även fast parkeringshuset inte har detaljkonstruerats vid det här laget är det redan förutsatt att varmformade konstruktionsrör kommer att användas. VKR-rör är av stål och det kommer att påverka valet av material för bottenplatta samt de delar som ingår i övergången mellan VKR-rören.

Fordonen som parkeras i kassetterna kommer att ackumulera allt ifrån regnvatten, som har en viss surhet, till snö och slask som innehåller tölsalter och andra mineraler. Med andra ord finns det en relativt hög risk för korrosion av metalliska delar vilket måste beaktas vid materialval.

Förutom beständighet kommer kostnad att vara en viktig faktor vid materialval. Ett automatiserat parkeringshus av den här sorten kommer att ha cirka 500 parkeringsplatser utgjorda av kassetter. Med kommuner som beställare kommer pris att vara avgörande vilket innebär att vid materialval måste en balans hittas mellan beständighet, kostnad, hållbarhet och hållfasthet.

8.2 Konstruktionsberäkningar och detaljkonstruktion

Det här arbetet har inte behandlat detaljkonstruktion med konstruktionsberäkningar och dimensionering. Likt materialval har det här tagits upp i avgränsningen som en punkt som lämnas till senare studier då aktuellt parkeringshus fortfarande är i utvecklingsstadiet.

I fortsatta studier behöver dimensionering och konstruktionsberäkningar genomföras för att säkra kassetternas och parkeringshusets användning. Det innefattar bland annat lastberäkningar, dynamiska förhållanden och utmattningsanalyser för ingående delar. Det kommer vara viktigt att balansera dimensioneringen med kostnader då det kommer att vara av vikt att dimensionera lösningar som klarar av givna laster och konstruktionsberäkningar utan att överskrida satta kostnader.

Som tidigare nämnts kommer de studerade lösningarna att verka i en korrosiv miljö. Beroende på materialval kommer ytbehandling vara viktig och en studie på omfattningen av ytbehandling av olika delar kommer att vara av betydelse, inte minst ur ett kostnadsperspektiv.

8.3 Produktionsmetoder

Fortsatta studier behöver undersöka vilka produktionsmetoder som är nödvändiga för att tillverka de utvecklade lösningarna i den här studien. Här ingår vilka verktyg och maskiner som behöver användas, om ingående delar finns som färdiga produkter eller om de behöver tillverkas särskilt samt möjlighet att tillverka provserier av ingående delar.

Likt materialval, konstruktionsberäkningar, dimensionering och ytbehandling kommer produktionsmetoder att ha en påverkan på ovan studerade lösningars kostnader och därmed även parkeringshusets totala kostnad.

9 Referenser

Bergman, B., & Klefsjö, B. (2010). Quality from Customer Needs to Customer Satisfaction (3rd ed.). Studentlitteratur.

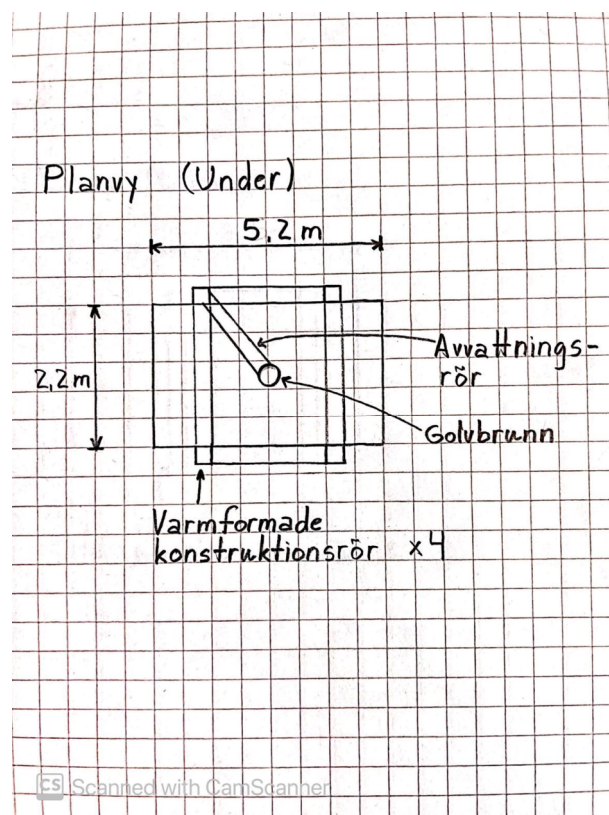
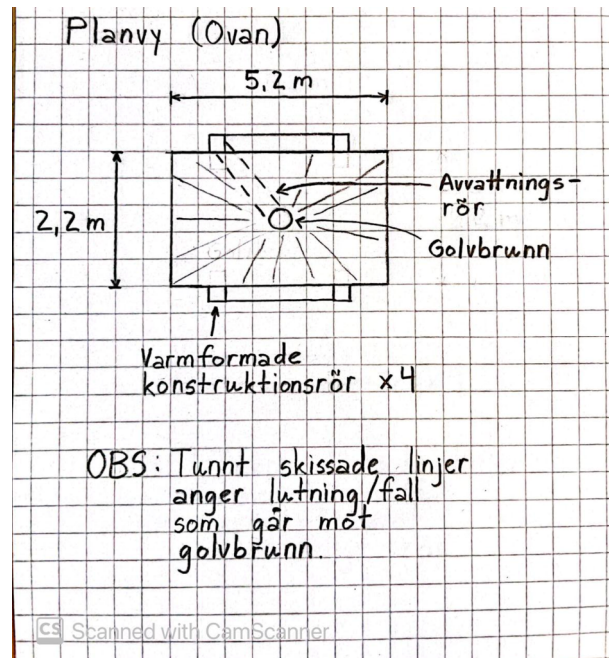
Johannesson, H., Persson, J. G., & Pettersson, D. (2013). Produktutveckling (2nd ed.). Liber.

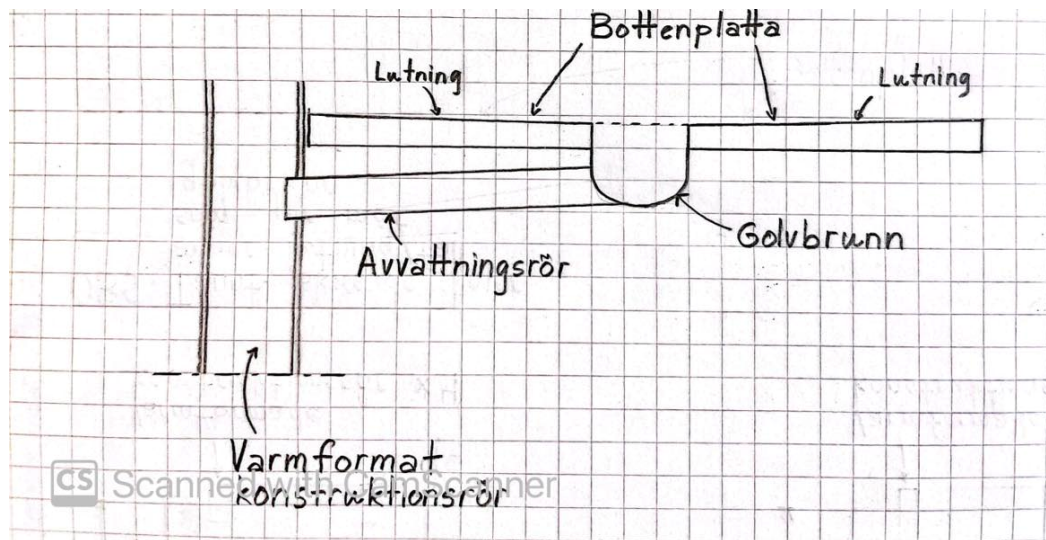
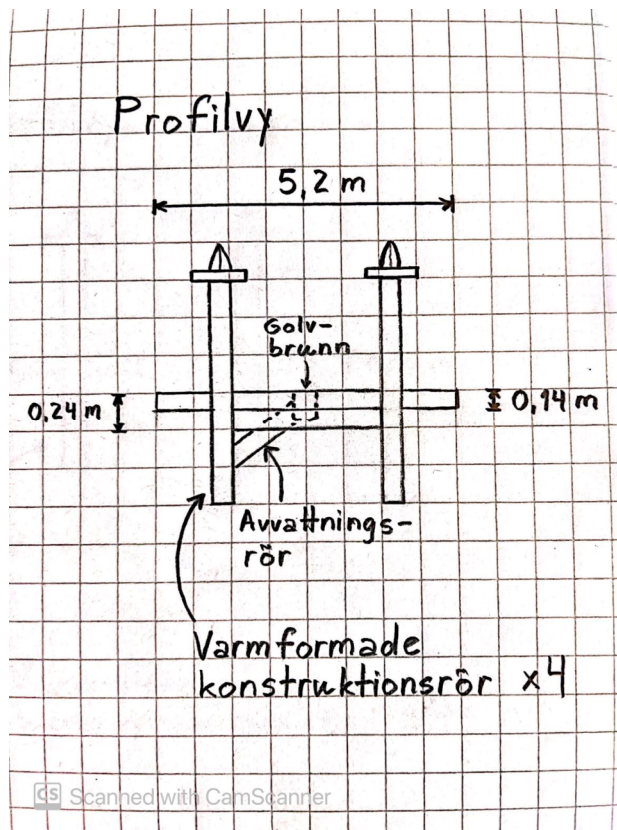
Holmdahl, L. (2010). Lean product development på svenska (1st ed.). Lars Holmdahl.

Ullman, D. (2010). The Mechanical Design Process (4th ed.). McGraw-Hill Education.

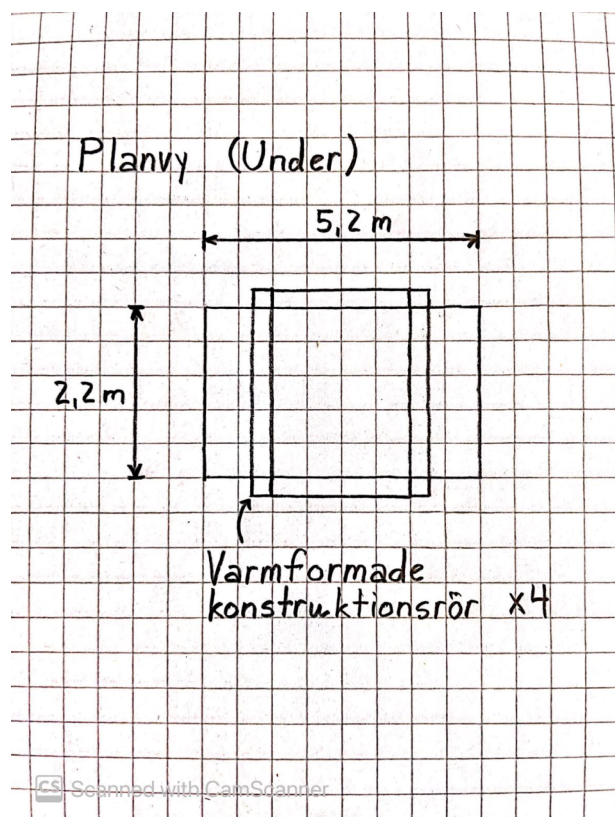
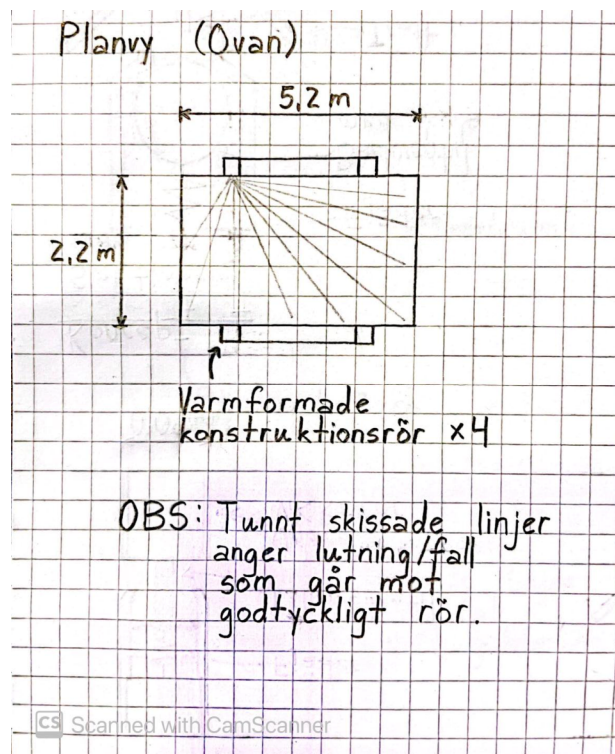
Bilaga A – GENERERADE KONCEPT BOTTENPLATTA

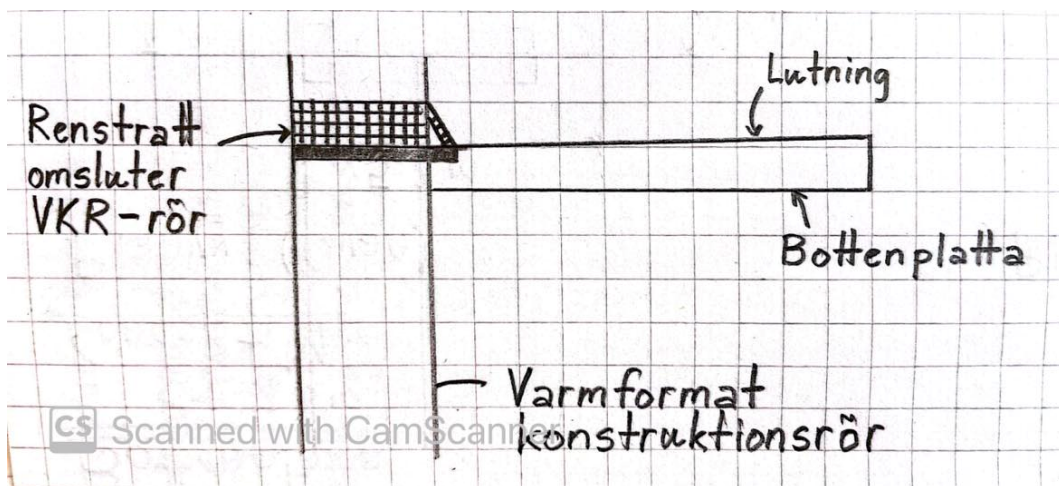
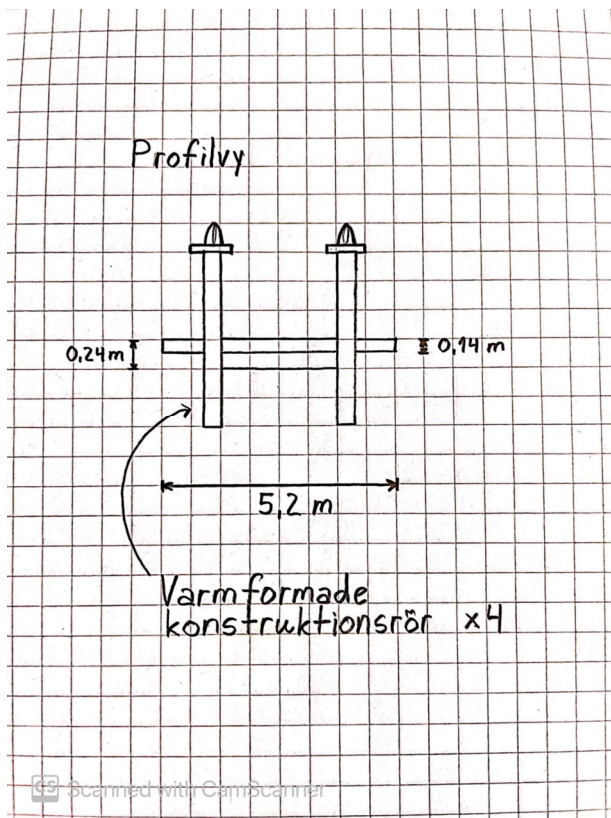
Koncept A



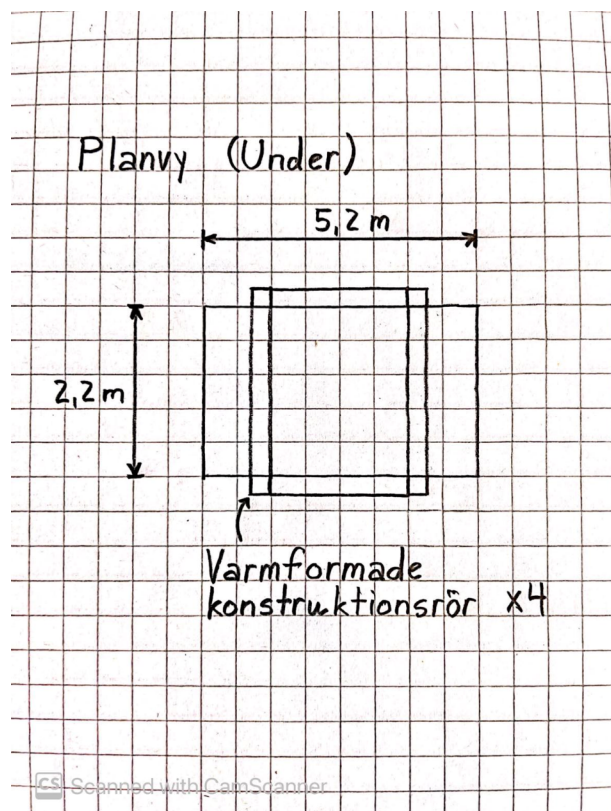
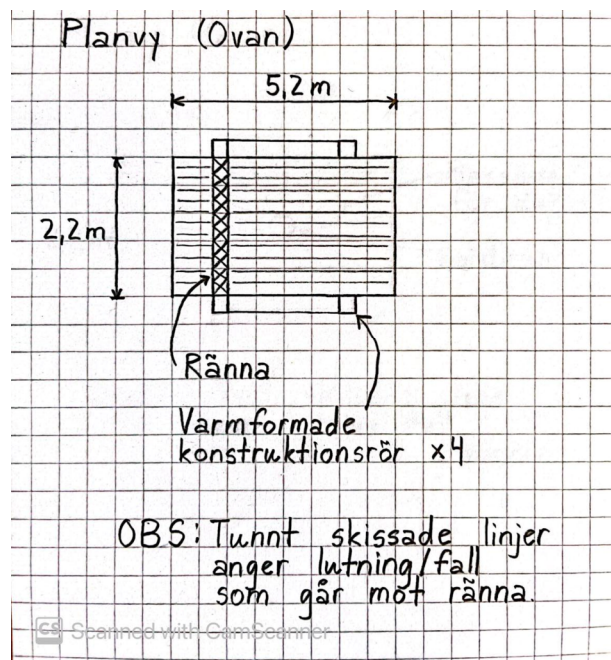


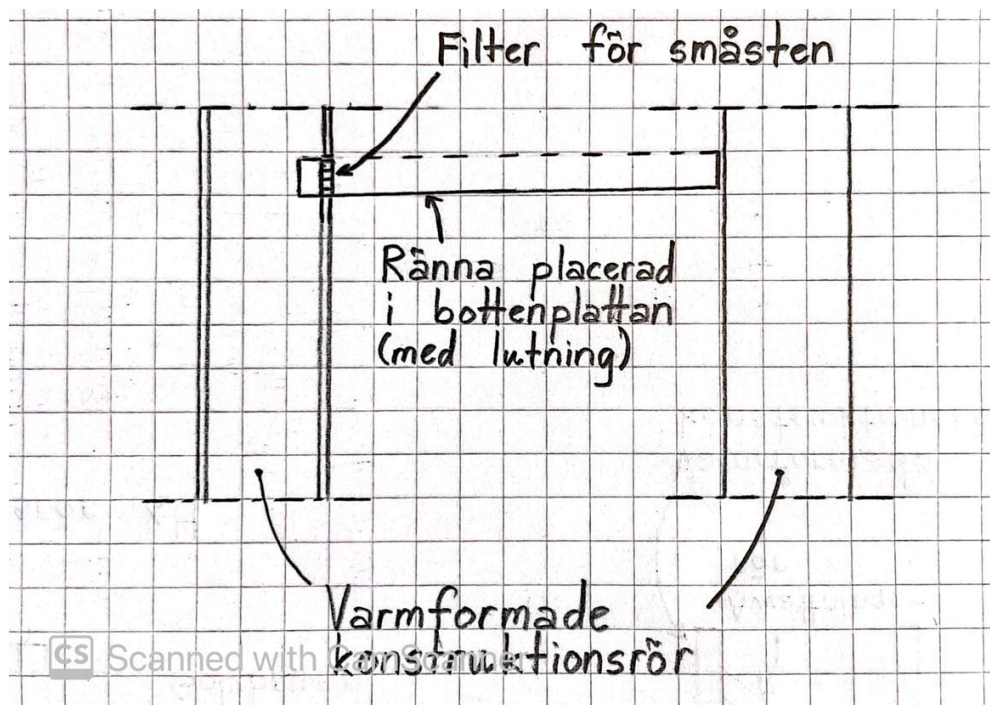
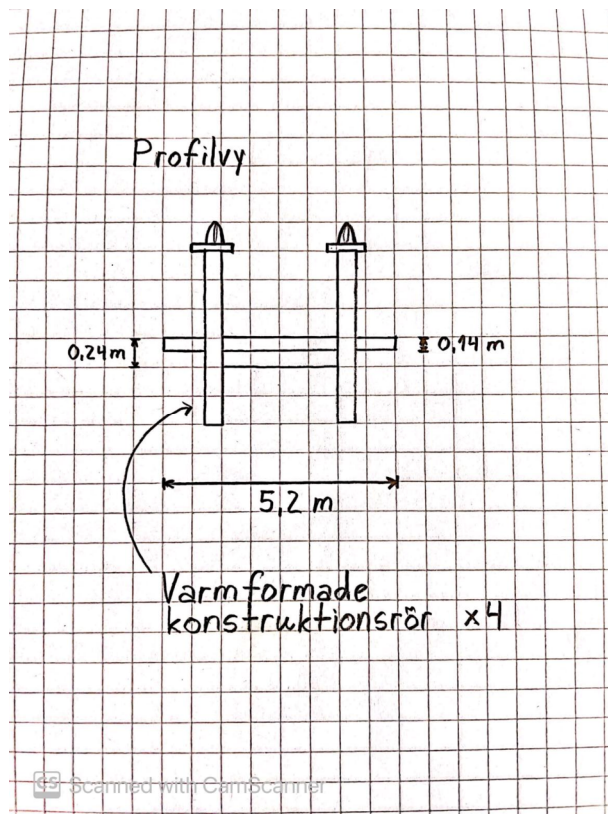
Koncept B

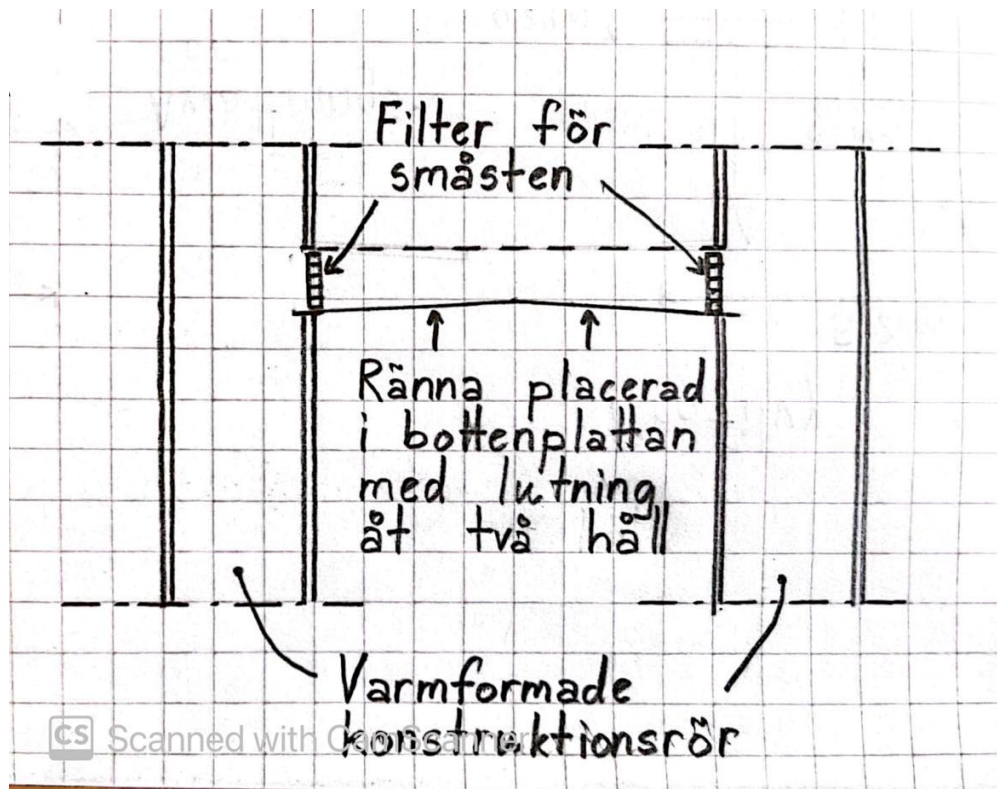




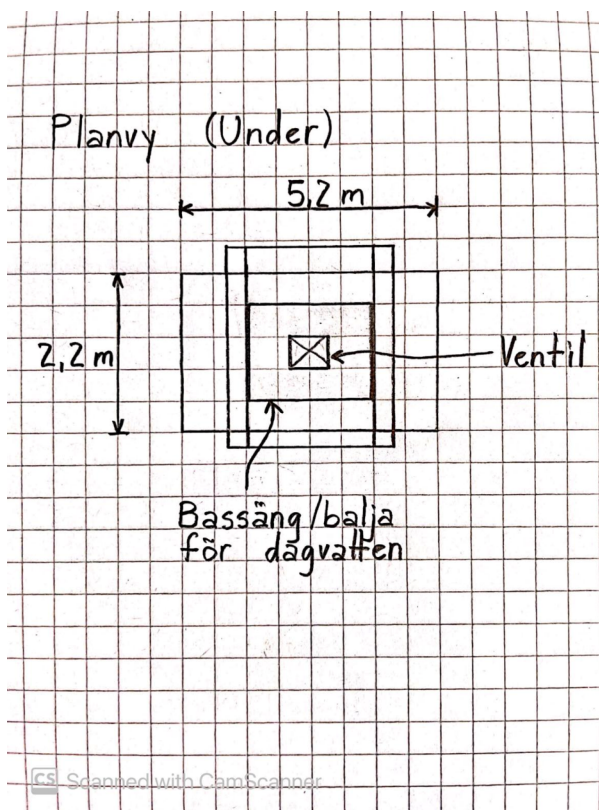
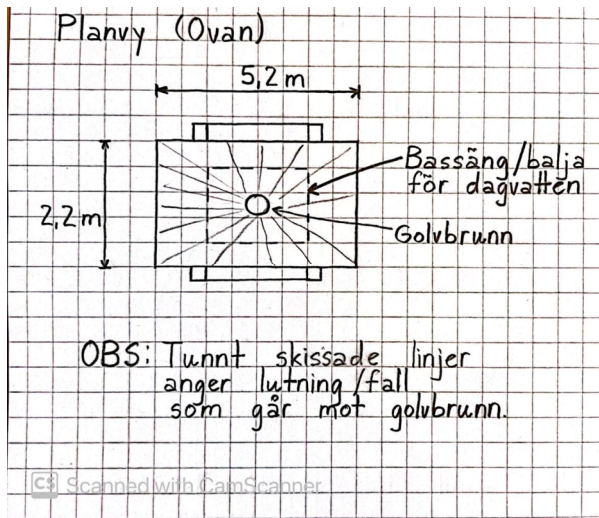
Koncept C



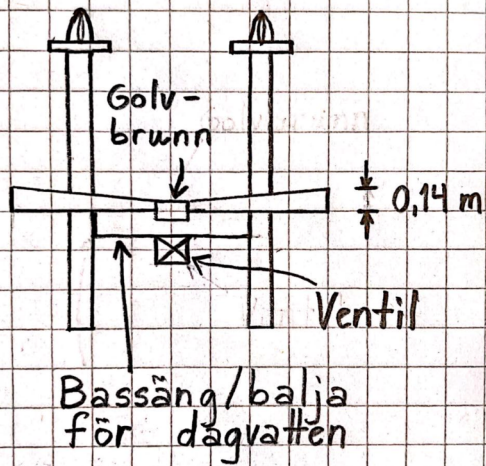




Koncept D

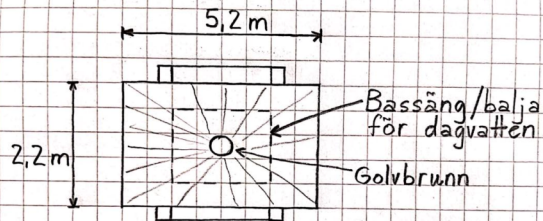


Sektionsvy



Koncept E

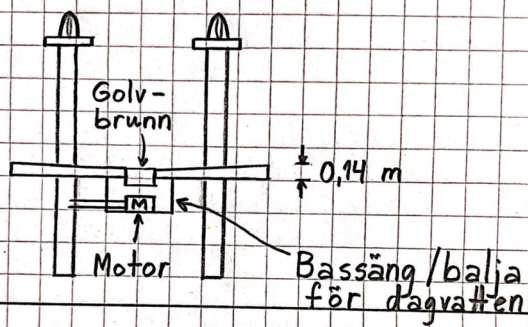
Planvy (Ovan)



OBS: Tunnt skissade linjer
anger lutning/fall
som går mot golvbrunn.

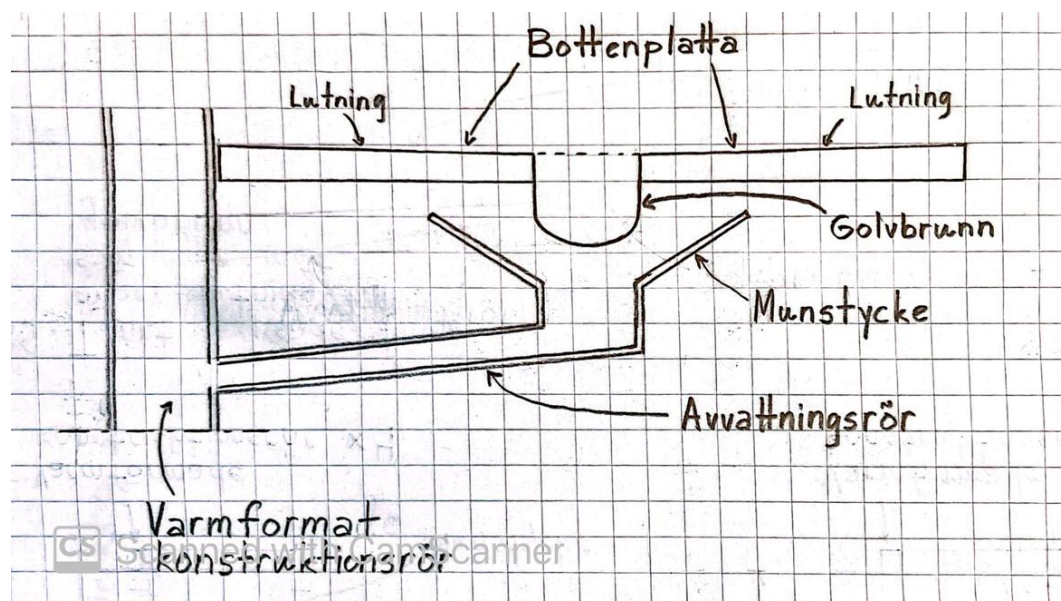
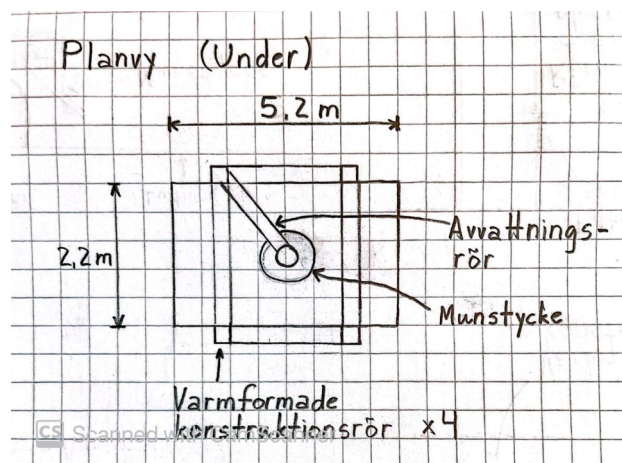
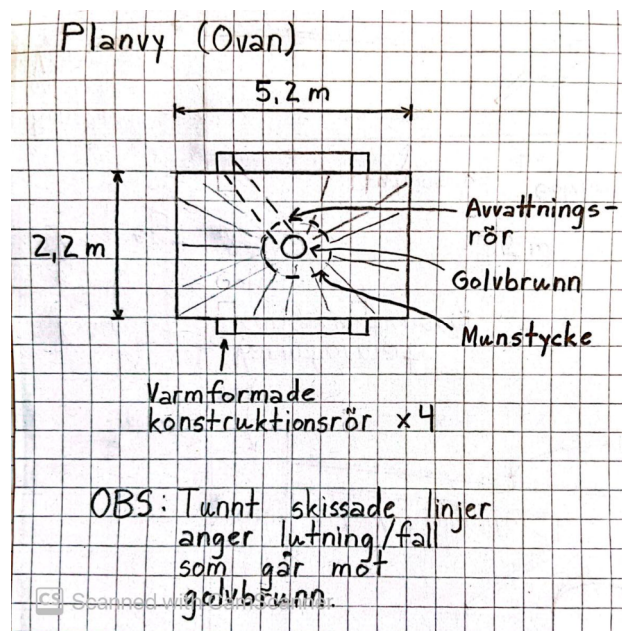
Scanned with CamScanner

Sektionsvy

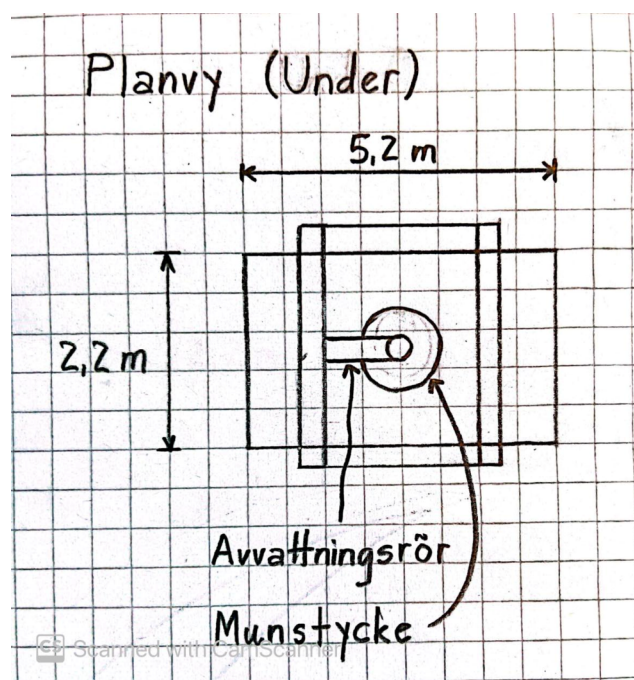
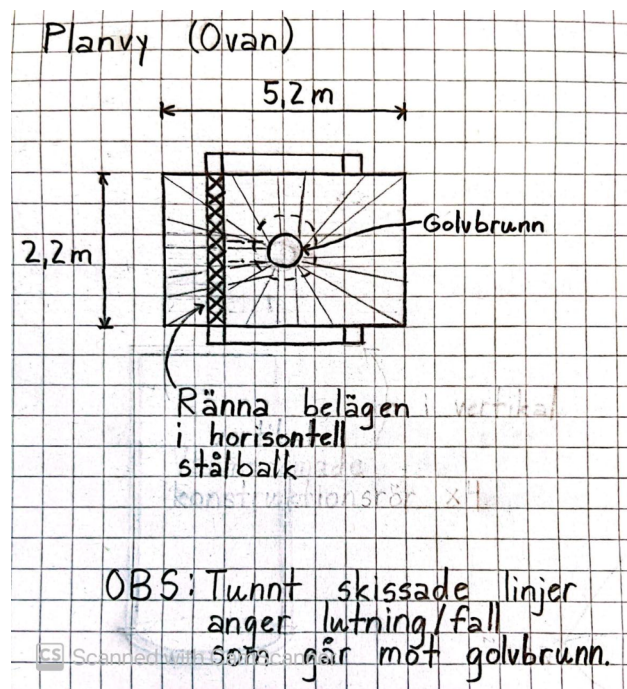


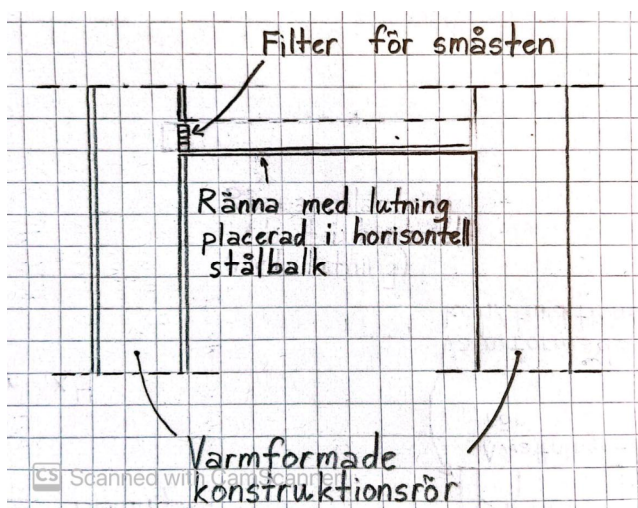
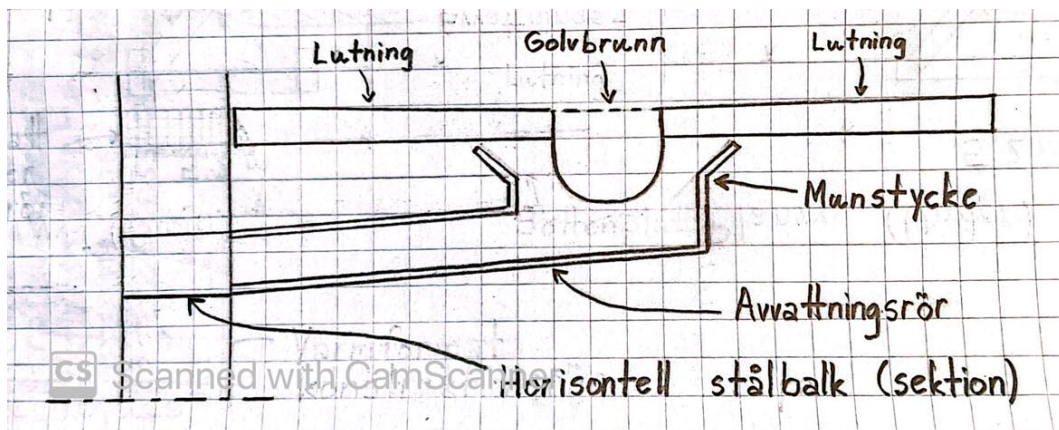
Scanned with CamScanner

Koncept F

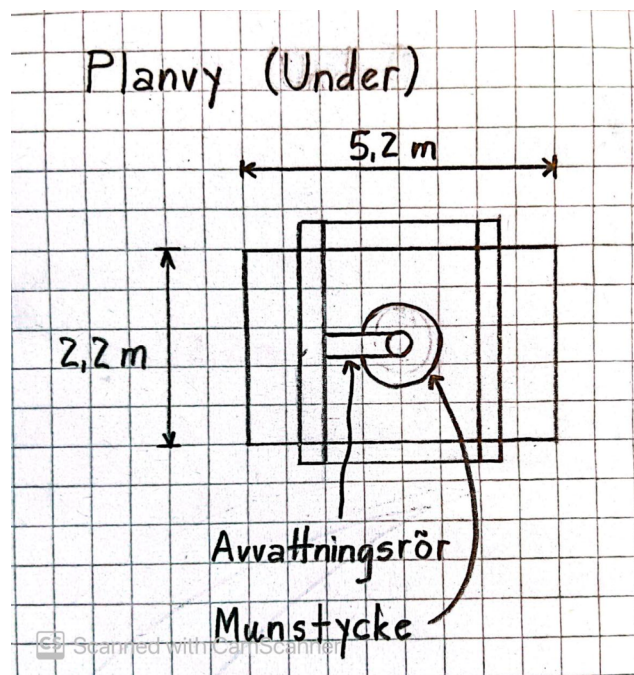
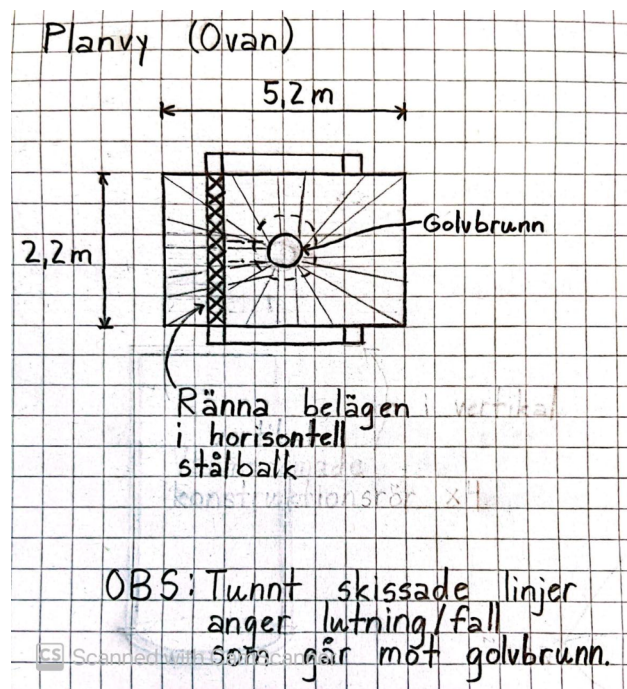


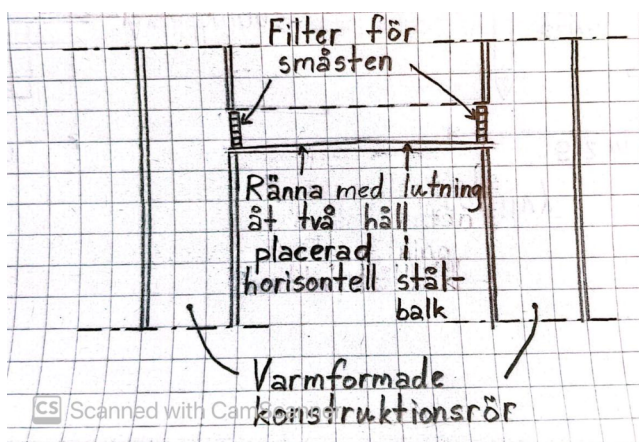
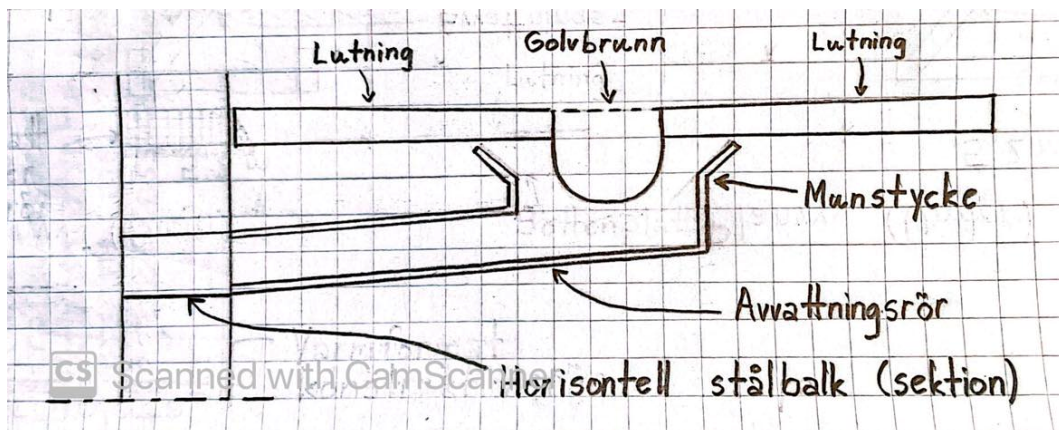
Koncept G



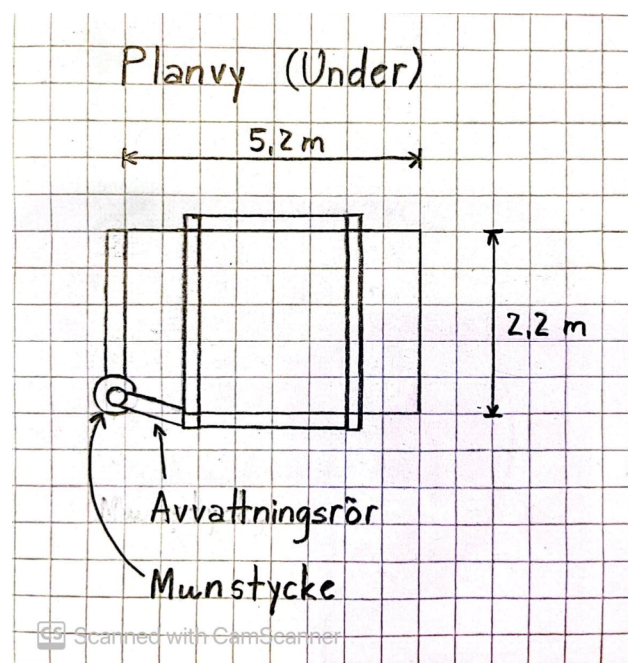
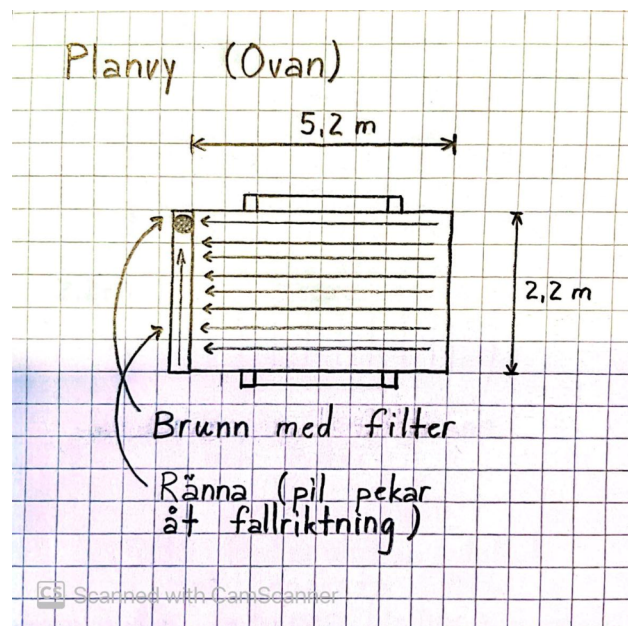


Koncept H

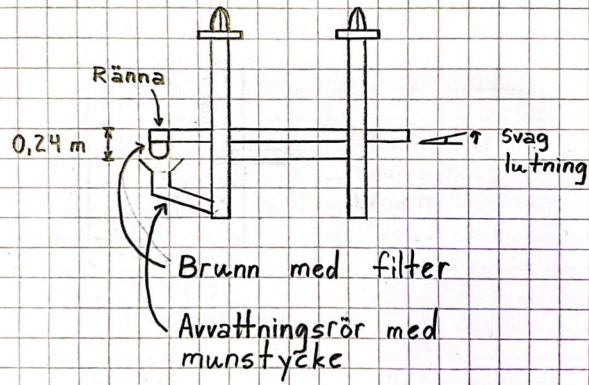




Koncept I

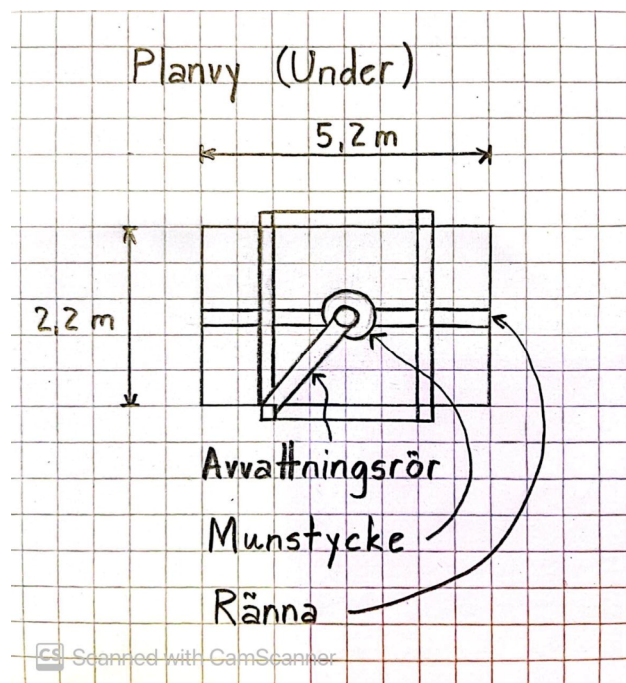
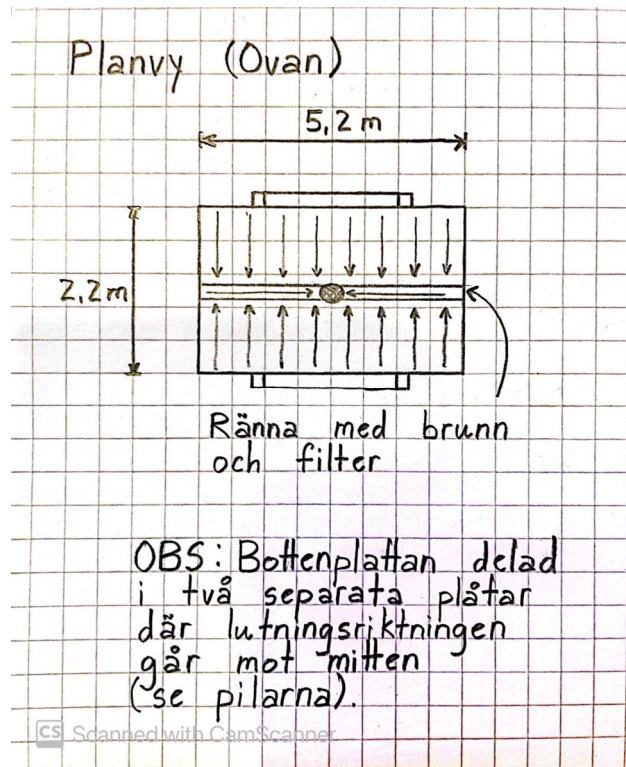


Profilvy

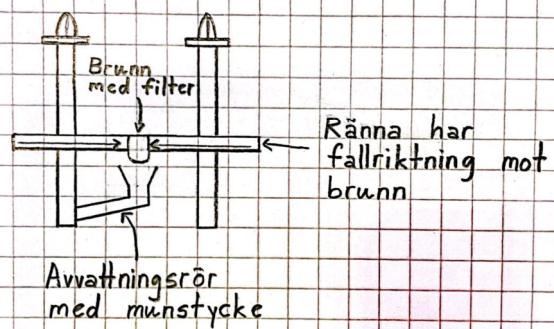


Scanned with CamScanner

Koncept J

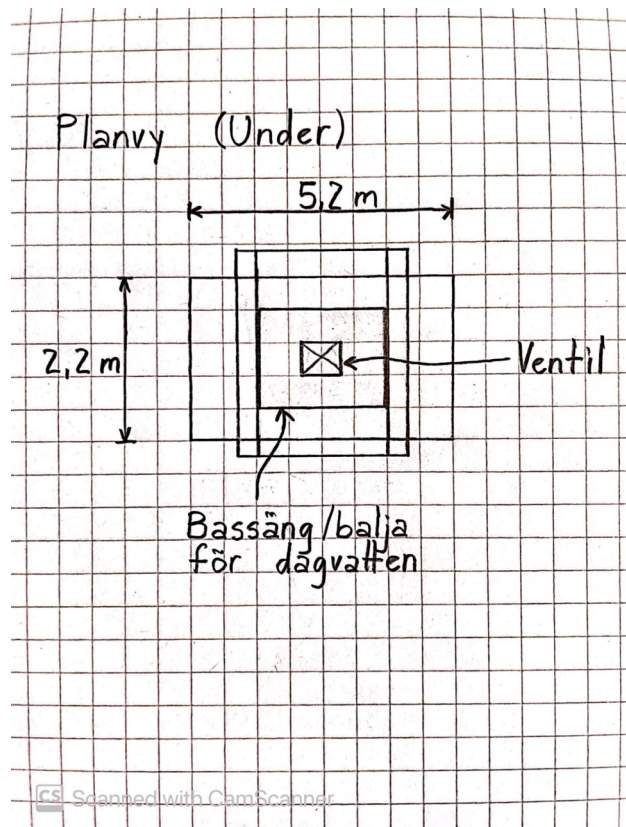
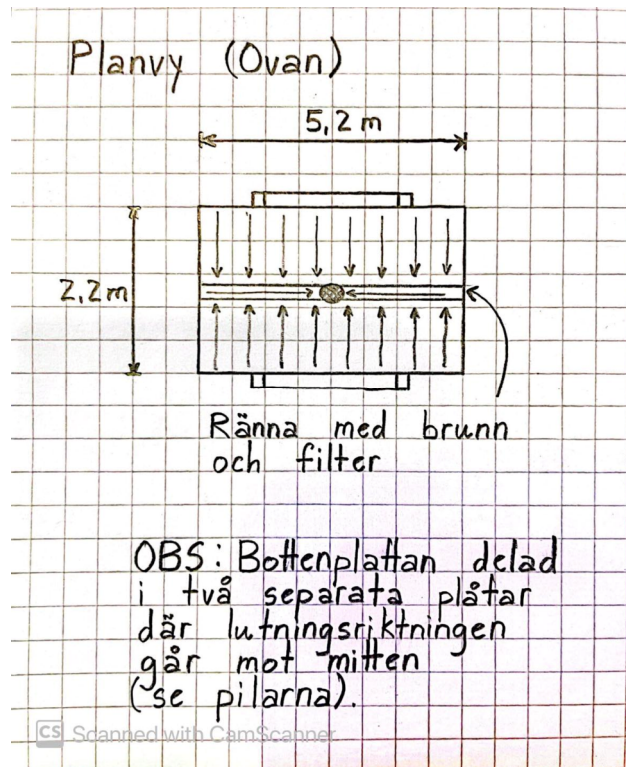


Sektion i profilvy

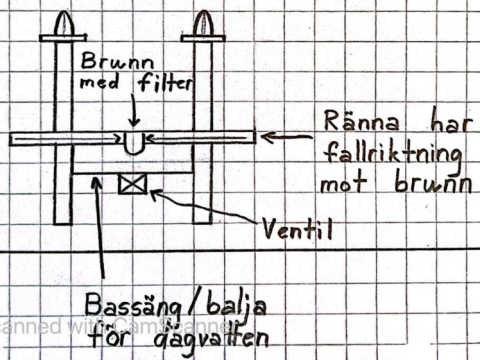


Scanned with CamScanner

Koncept K

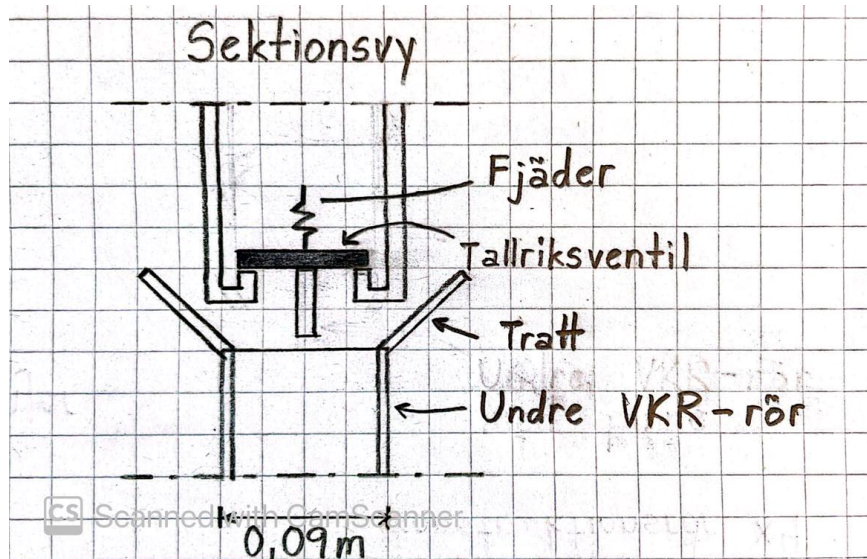


Sektion i profilvy

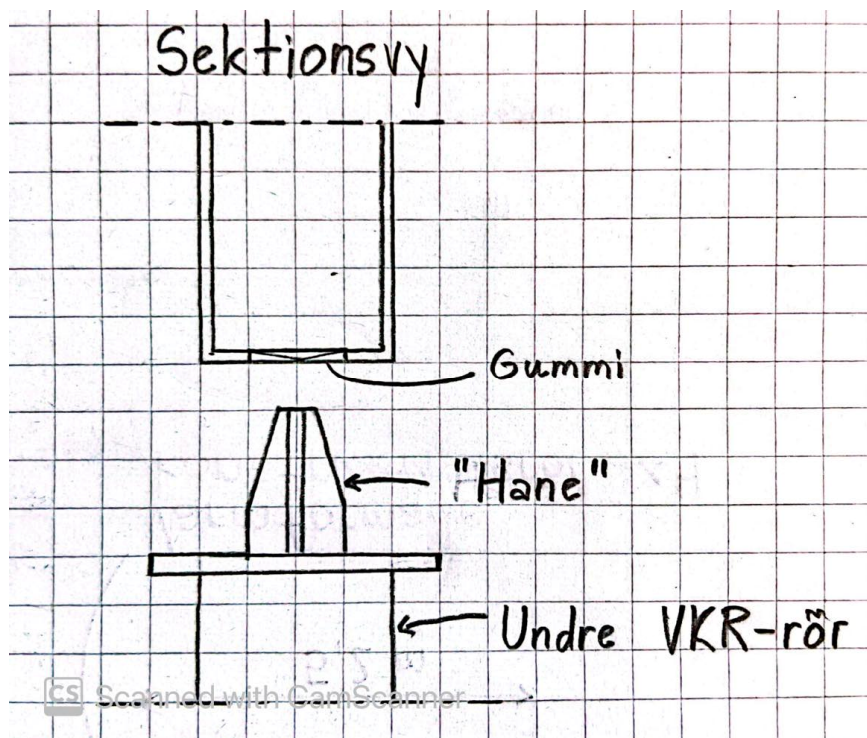


BILAGA B – GENERERADE KONCEPT ÖVERGÅNG MELLAN VKR-RÖR

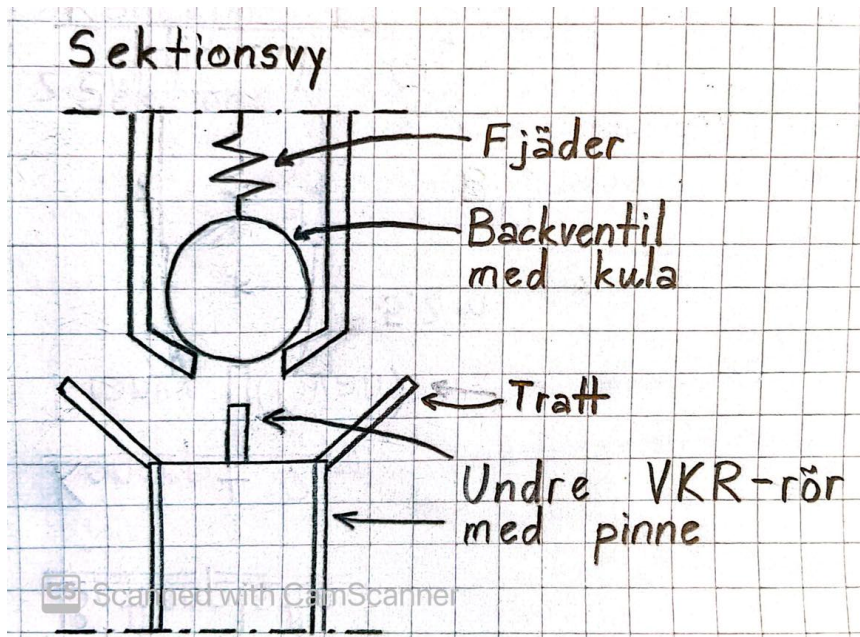
Koncept L



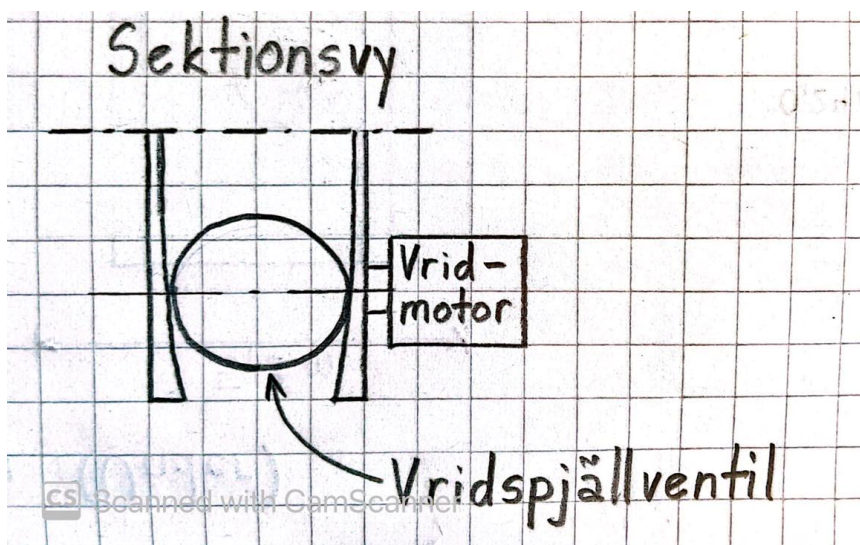
Koncept M



Koncept N



Koncept O





CHALMERS