



CHALMERS



Konstruktion av automatisk husdjursmatare

Ett medel för att underlätta vardagen för den arbetande husdjursägaren

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogram MASKINTEKNIK SAMT MEKATRONIK

Zaner Majed
Pontus Wigner

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
IMSX20

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2021

Konstruktion av automatisk husdjursmatare

Ett medel för att underlätta vardagen för den arbetande
husdjursägaren

Zaner Majed

Pontus Wigner

Institutionen för industri- och materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden 2021

Konstruktion av automatisk husdjursmatare

Ett medel för att underlätta vardagen för den arbetande husdjursägaren

Zaner Majed

Pontus Wigner

© Zaner Majed, 2021

© Pontus Wigner, 2021

Extern handledare: Björn Bergholm

Intern Handledare: Lars Lindkvist

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
IMSX20

Chalmers Tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Omslagsbilden visar den resulterande prototypen i rörelse.

(Zaner Majed, 2021)

Sammanfattning

Syftet med detta examensarbete var att utveckla en produkt som skall förenkla vardagen för den arbetande husdjursägaren. Genom en marknadsundersökning framkom det att det finns en stor marknad för husdjursmatare med en stor målgrupp som värdesätter tiden de kan spendera utanför hemmet. En husdjursmatare är en automatiserat matare som är utformad för att fördela födan vid vissa tidpunkter under dygnet. På så sätt kan husdjursägaren säkerställa att husdjuret får rätt mängd föda under dygnet även om ägaren inte är hemma.

Arbetet började med att identifiera vilka typer av krav som kunde ställas på produkt av denna natur, detta genomfördes genom en marknadsundersökning. Därefter kunde en kundbehovslista, kravspecifikation samt funktionsanalys utformas. Idégenereringen påbörjas i form av en fri idégenerering och en morfologisk matris. Koncepten som genererades eliminerades sedan systematiskt genom en Elimineringsmatris, Pughmatris och Kesselringsmatris där koncept ett, tillslut blev det bäst anpassade konceptet utifrån uppsatta krav och önskemål. Konceptet vidareutvecklades sedan för att skapa ett slutkoncept.

Slutkonceptet är en produkt som består av sex ingående komponenter, drivningen av produkten styrs av en Arduino Uno rev 3 mikrokontroller. Framtagningen av komponenterna har genomförts med hjälp AT-teknologi och programmeringen har i kodats i Arduino IDE.

Abstract

The purpose of this thesis was to develop a product that will simplify everyday life for the working pet owner. A market study revealed that there is a large market for pet feeders with a large target group who value the time they can spend outside the home. A pet feeder is an automated feeder that is designed to distribute food at certain times of the day. In this way, the pet owner can ensure that the pet receives the right amount of food during the day even if the owner is not at home.

The work began with identifying the types of requirements that could be placed on a product of this nature, this was carried out through a market research. Then a customer needs list, requirements specification and function analysis could be designed. The idea generation begins in the form of a free idea generation and a morphological matrix. The concepts that were generated were then systematically eliminated through an Elimination Matrix, Pugh Matrix and Kesselring matrix where the concept one eventually became the best adapted concept based on set requirements and wishes. The concept was then further developed to create a final concept.

The final concept is a product that consists of six components, the operation of the product is controlled by an Arduino Uno rev 3 microcontroller. The development of the components has been carried out using AM technology and the programming has been coded in Arduino IDE.

The report is written in Swedish

Förord

Detta är ett examensprojekt för högskoleingenjörer vid institutionen för INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP vid Chalmers tekniska högskola. Projektet omfattar 15 poäng och utfördes under 15 veckors tid under våren 2021. Examensarbetet utfördes hos företaget Broccoli Engineering AB.

Själva projektet innefattar viktiga aspekter av maskinteknikens och mekatronikens läroplan, såsom, additiv tillverkning, CAD, innehållssamling, materiallära, mekanik, kretsar, skript, och förmågan att planera och genomföra ett projekt utifrån en produktutvecklingsprocess.

Vi vill uttrycka vår tacksamhet till Broccoli Engineering AB för deras varma mottagande och vi vill särskilt uttrycka vår tacksamhet till Björn Bergholm, som gav oss modet och resurserna för att slutföra detta projekt och, ännu viktigare, chansen att förverkliga vår vision.

Tack till examinatorn Lars Lindkvist, Sven Ekered och Sakib Sisteck vid Chalmers tekniska högskola för deras stöd och vägledning under projektet.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställning	1
2. Teknisk bakgrund	2
2.1 Arduino Uno rev 3	2
2.2 Lastcell samt HX711 Lastcellsförstärkare	2
2.3 Halleffekt sensor digital	3
2.4 DC-Motor	4
2.5 Bluetoothmodul HC-06	4
2.6 Klocka RTC-modul 1C2 mini DS1307	4
2.7 Adafruit DRV8871 Motor Driver	5
2.8 CAD för modellering	5
2.9 Additiv tillverkning	6
2.10 Kretsritning	6
2.11 Arduino Software (IDE) för programmering	6
3. Metod	7
3.1 Förstudie	7
3.2 Kundbehovslista/ Produktkravslista	7
3.3 Kravspecifikation	7
3.4 Konceptgenerering	7
3.4.1 Funktionsanalys	8
3.4.2 Fri idégenerering	8
3.4.3 Morfologisk matris	8
3.4.4 Konceptkatalog	8
3.5 Utvärderingsmatriser	8
3.5.1 Elimineringmatris	9
3.5.2 Pughmatris	9
3.5.3 Kesselringsmatris	9
3.6 Vidareutveckling	9
4. Förstudie	10
4.2 Tidsplan	11
4.3 Kundbehov och krav	11
4.3.1 Kundbehovslista	11
4.3.2 Kravspecifikation	12

4.4 Konceptgenerering	14
4.4.1 Funktionsträd	14
4.4.2 Fri idégenerering	15
4.4.3 Morfologisk matris	16
4.4.4 Konceptkatalog	16
4.5 Analys av koncept	24
4.5.1 Elimineringsmatris	24
4.5.2 Pughmatris	26
4.5.3 Kesselringsmatris	29
4.5.4 Beskrivning av det resulterande konceptet	29
4.6 Vidareutveckling	30
4.6.1 Det vidareutvecklade konceptet	30
4.6.2 Materialval	32
4.6.3 Funktionsmodell	34
5. Resultat	40
5.1 Slutkonstruktion	40
5.2 Kundbehovsuppfyllelse	44
5.3 Kravuppfyllelse tester	45
6. Diskussion	47
7. Slutsatser och rekommendationer	49
Referenser	50
BILAGOR	52
Bilaga A	52
Bilaga B	53
Bilaga C	54
Bilaga D	55
Bilaga E	57
Bilaga F	59
Bilaga G	60
Bilaga H	61
Bilaga I	62

Terminologi

AT - Additiv Tillverkning

AM – Additive Manufacturing

CAD – Computer Aided Design

ABS - Akrylnitril-Butadien-Styren

PET - Polyetentereftalat

PLA – Polylaktid

PWM- Pulse Width modulation

IDE – Integrated Development Environment

1. Inledning

En husse/matte, ägare, och ett husdjur bor tillsammans. Husse/matte behöver ge sig av och jobba. Hur löser ägaren matutdelningen till sitt husdjur? I detta exjobb kommer detta problem behandlas genom att ta fram en prototyp på en automatiserad matstation som själv kan dosera.

1.1 Bakgrund

Företaget önskar lära känna studenterna. Företaget sysslar med konsultverksamhet, utveckling och utbildning inom hårdvaru- och mjukvaru-branschen. Förslaget till exjobbets innehåll kom från studenterna.

1.2 Syfte

Syftet med exjobbet är att skapa en produkt som skall täcka matningen av husdjur under de tider då husse/matte inte är tillgängliga. Produkten skall även se till att husdjuren får mat regelbundet samt att de får rätt mängd mat beroende på vikt. Husse/matte får notiser när:

- Det är dags att fylla på matbehållaren.
- Vid fel i hårdvaran/mjukvara
- Om mat inte levererats

För att husse/matte skall kunna ta emot dessa notiser, samt ställa in djurets vikt kommer en enklare applikation att designas. Mer funktionalitet kan läggas till i produkten under utvecklingens gång eftersom produkten planeras tas fram i en agil-process. Relevanta beräkningar på system kommer utföras.

1.3 Avgränsningar

Exjobbet kommer resultera i en prototyp vilket gör att resultatet inte kommer vara en produktionsfärdig produkt och kan använda suboptimala delar med avseende på vikt, pris samt estetik. Inga kompletta ritningar kommer att tas fram på produkten. Eftersom produkten tas fram agilt begränsar vi tiden då vi kan ta fram nya funktioner. När exjobbet är $\frac{2}{3}$ klart kommer ingen ny funktionalitet läggas till.

1.4 Precisering av frågeställning

- Huvudfrågan vi ställer oss är vilket är det bästa sättet att dela ut en viss mängd mat på en bestämd tid?
- Vi ställer oss även frågan hur djuret reagerar på de mekaniska delar, t.ex. motorn, och de ljud de avger.
- Till sist frågar vi oss hur stor yta produkten får ta i hemmet med avseende på maximal inre volym och minimal yttre?

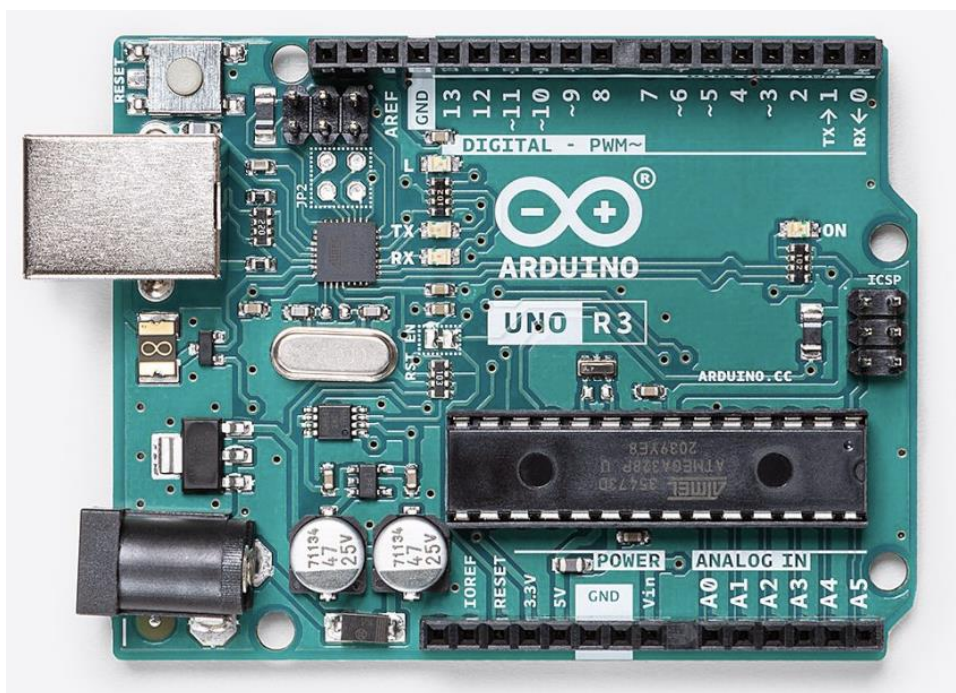
2. Teknisk bakgrund

Valet av teknisk utrustning för styrsystemet har varit styrd av tillgänglighet och användarvänlighet. Arduinos produkter uppfyller dessa krav och därför har vi valt att använda dessa. Den breda mängd av sensorer och motorer som är anpassade att fungera med dessa mikrokontroller gör det enklare att skapa en prototyp. De programvaror som använts för programmering samt modellering är antingen de som fanns vid förstudien eller som det fanns tidigare kunskap i.

2.1 Arduino Uno rev 3

En Arduino Uno (Arduino, 2019) är en robust mikrokontroll baserad på en ATmega328p. Den har sex analoga och fjorton digitala ingångar/utgångar. Kraftförsörjning kan göras genom den fasta USB ingången, en fast kraftingång eller genom att koppla batteri till Vin på kretskortet. Den har en monterad återställningsknapp och programmeras genom den fasta USB ingången.

Fördelarna med UNO är att den är lättanvänd och den har funnits länge vilket gör att det finns mycket bibliotek och guider online som beskriver de produkter som kan kopplas på.



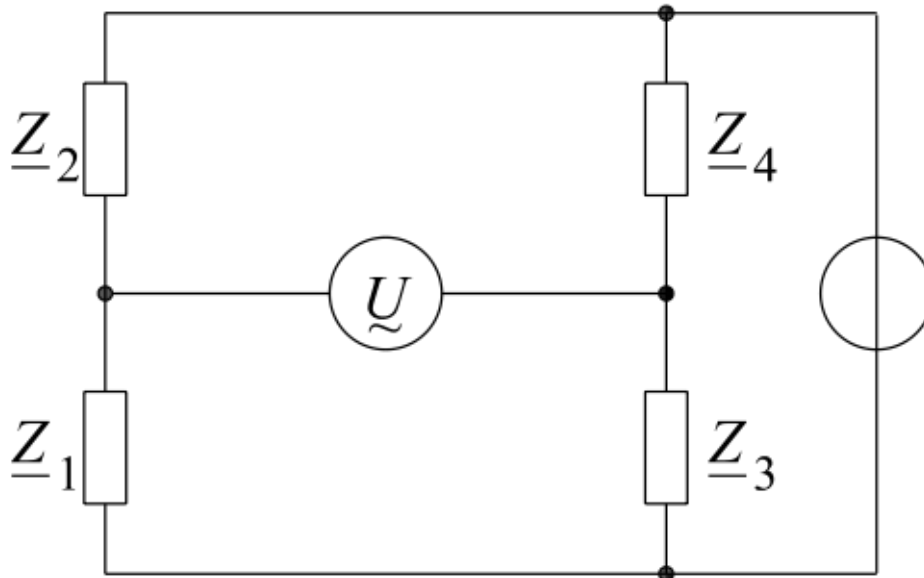
Figur 1: Arduino Uno rev 3

2.2 Lastcell samt HX711 Lastcellsförstärkare

För att kunna leverera rätt mängd mat så användes en lastcell med tillhörande HX711 lastcellsförstärkare. En lastcell är en töjningsgivare vars motstånd ändras beroende på hur mycket den böjs. Denna ändring av motstånd är mycket liten i material som stål eller aluminium och därför måste en Wheatstonebrygga likt HX711 användas för att förstärka signalen så att mikrokontrollerna kan läsa av den (Nationalencyklopedin, 2021).

En lastcell är baserad på att elastisk deformation kommer vara proportionell mot spänningen av materialet. Eftersom det är denna princip som styr kan Hookes lag användas för att mäta kraften.

En Wheatstonebrygga består av fyra motstånd placerade i två parallella banor. Skillnaden mäts sedan i spänning mellan de olika motstånden. De fyra motstånden ska vara placerade så att R_1/R_2 är lika med R_3/R_4 därför blir spänningen över U lika med noll se bild.



Figur 2: Wheatstonebrygga

När en mätning genomförs kommer två utav resistorerna komprimeras och två töjas ut eftersom de är kopplade via spänningsdelning så kommer den ena delen får ökad spänning och den andra delen får minskad, därefter kan en linjär skillnad avläsas.

2.3 Halleffekt sensor digital

Som sensor för att styra vridning av leveranskärl har en Halleffekt sensor använt. Den detekterar ändring av magnetfält genom att utnyttja Halleffekten. Halleffekten är det fenomen som uppkommer när ett magnetfält passerar en elektrisk ledare och beskrevs första gången av Edwin Hall 1879 (Hall, 1879). När magneten passerar ledaren kommer, vinkelrätt mot strömriktningen en potentialskillnad kunna uppmätas (ekvation 1).

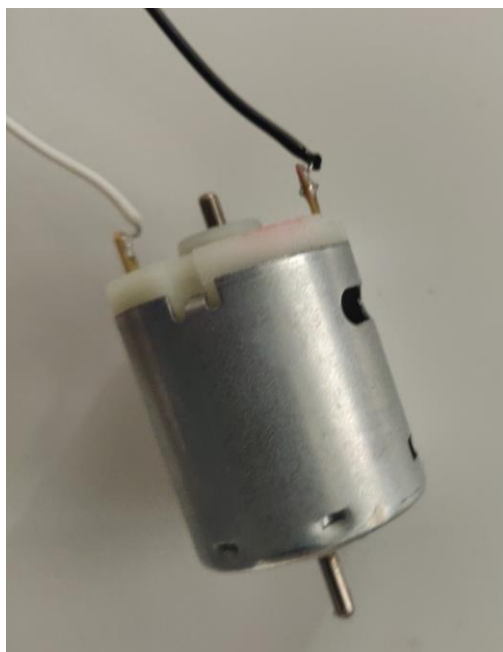
$$U_H = R_H \frac{IB}{d},$$

(Ekvation 1)

När en tillräckligt stor förändring har detekterat av den digitala Hallsensorn kommer signalen brytas på port Arduinon. Denna förändring kan läsas av och användas i programmet.

2.4 DC-Motor

Det finns flera olika typer av motorer som kan tänkas vara lämpliga för ett sådant här projekt. Det som ändå gjorde att valet föll på DC-motor var pris och den lätta styrningen. En DC-motor kan lätt hastighetsregleras genom att PWM- modulera utsignalen ur mikrokontrollern. En annan fördel är att det är lätt att ändra riktning genom att byta vilket håll strömmen går igenom motorn. En DC-motor fungerar genom att en centrumaxel med borstar på roterar inne i magneter. Dessa magneter byter poler regelbundet och detta får axeln att rotera. Eftersom polbytet är beroende på vilket håll strömmen går igenom motor kan strömmen skickas in åt andra hållet för att byta riktning på motorn. Nedan bild på en typisk DC-Motor (Jacobson et al., 2016).



Figur 3: DC-motorn 6v

2.5 Bluetoothmodul HC-06

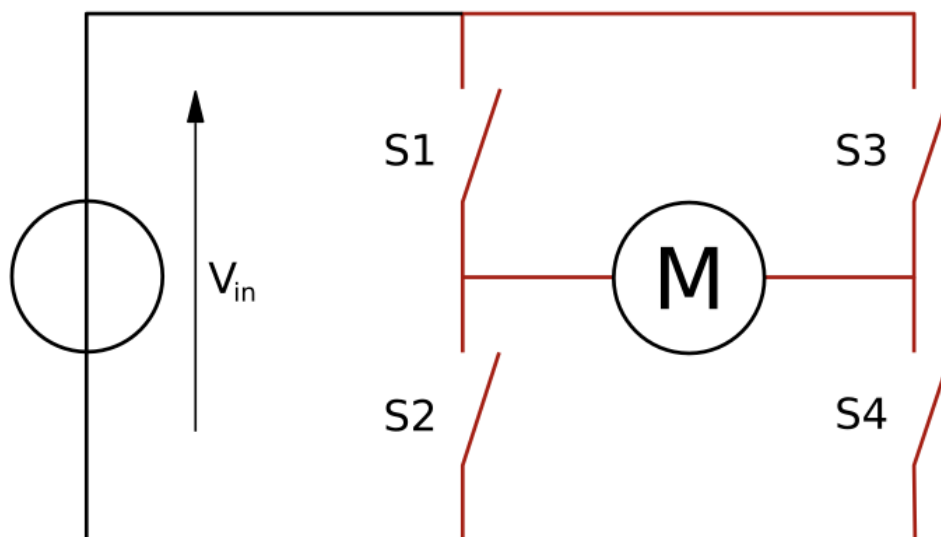
För att människan ska kunna kommunicera med mikrokontrollen behöver den ha någon form av kommunikationsingång. Kan väljas mellan knappar och trådlöst. Valet av Bluetooth var naturligt då en applikation skulle konstrueras och den är byggd för mobiltelefon. HC-06 är en slavmodul för Bluetooth och kan därför inte driva ett eget nätverk av Bluetooth moduler den fungerar dock utmärkt för kommunikation med en mobiltelefon. Den tekniska dokumentationen finns som bilaga A

2.6 Klocka RTC-modul 1C2 mini DS1307

Eftersom programmet ska dela ut mat på bestämda tider togs beslutet att köpa in ett externt kort som håller koll på detta. En fördel som finns med en sådan konstruktion är att sensorerna och motorn inte behöver vara igång då mat inte delas ut och det är lättare att ställa in detta med hjälp av en extern klocka. Protokollet som klockan kommunicerar med, 1C2, möjliggör att seriekoppla flera olika enheter och fortfarande kommunicera med dem, bilaga B.

2.7 Adafruit DRV8871 Motor Driver

För att kunna kontrollera vilket håll DC motor går behövs ett sätt att vända riktningen som strömmen passerar genom motorn. Detta görs lättas genom att sätta upp en H-brygga se bild nedan.



Figur 4: H-brygga

Styrningen av bryggan fungerar genom stängning av antingen S1 och S4 eller till S2 och S3. Eftersom stängningen sker diagonalt kommer strömmen flöda åt olika håll genom Motorn som är placerad i mitten. För att spara tid vid prototypframtagningen köptes en Adafruit DRV8871 in vilket även hade förmåga att hantera PWM signaler inbyggt. Den har förmåga att som mest hantera 3.6A spikström och hanterar mellan 6.5-45V som driftspänning, bilaga C.

2.8 CAD för modellering

Ordet CAD är förkortningen för Computer Aided Design. Termen avser alla metoder för att använda datorsystem för att hjälpa till vid utveckling, modifiering, analysering eller optimering av en design. Det finns många förklaringar till att använda CAD vid utveckling av en produkt tex effektiviseras som designer, vid förbättring av kvalitén i en design eller vid skapande av en databas för masstillverkning av en produkt.

CAD är en metod som oftast används för att skapa 2D- och 3D-versioner av verkliga produkter digitalt innan de skall tillverkas. I 3 dimensionell CAD går det enkelt att dela data, analysera och simulera modeller samt ändra i design, därav så att du kan skapa kreativa och distinkta produkter som snabbt kan produceras. (PTC, 2021). Programmet som användes i detta arbete var CATIA V5, detta program användes för att utforma en modell utifrån gruppens egna skisser. Därefter skickades filerna med de framtagna detaljerna till FLASHPRINT programmet för att kunna 3D printas med hjälp av AT-teknologi (FLASHFORGE,2018).

2.9 Additiv tillverkning

Additiv tillverkning (AT) är en tillverkningsteknik som involverar uppbyggnad av material till att skapa en fysisk detalj utifrån en digital modell som skapats i CAD. Trots att teknologin utvecklats de senaste åren möjliggöra tekniken tillverkning av fullt fungerande slutprodukter för att producera prototyper i både metall samt plast (Kianian et al, 2016). Flygindustrin ligger i framkant av den globala tillverkningen av slutmaterial med hjälp av AT teknologin. AT förekommer ofta i sammanhang för tillverkning av delar med låg vikt, hög prestanda och komplex geometri, bland andra aspekter.

I detta projekt användes AT teknologin för att generera en färdig prototyp i PLA plast utifrån slutkonceptets CAD modell. Maskinen som användes var en FLASHFORGE Adventurer 3 som i genomsnitt producerade en detalj var 9 timme. Modellen Adventurer 3 har tre integrerade kameror för att placera PLA plasten i lager vid tillverkning. Maskinen genererade automatiskt stöd för detaljerna där det kan behövas med hjälp av dess tillhörande program Flashprint för att bibehålla detaljernas digitala symmetri vid tillverkning. (FLASHFORGE, 2018)



Figur 5: FLASHFORGE ADVENTURER 3

2.10 Kretsritning

För att rita ut ett el-schema för prototypen har programmet KiCAD använts. KiCAD är en öppen programvara för elektronisk designautomation (EDA) (KiCAD, 2017). Programmet förenklar utvecklingen av elektroniska kretsscheman och deras översättning till PCB-design. KiCAD har en optimerad schematisk fångstmiljö och designmiljö för PCB-layout. Programmet har ett flertal verktyg för att tillverka konstverk, Gerber-filer och 3D-vyer av kretskortet och dess ingående komponenter.

2.11 Arduino Software (IDE) för programmering

Arduino Software (IDE) är en öppen programvara som gör det enklare att skriva kod som sedan skall laddas upp till ett Arduino kort. Koden som skrivs i programmet använder funktioner från C - samt C++ programmering (Arduino, 2019).

3. Metod

Basen för metoder som har använts under projektets gång kommer ifrån produktutvecklingsprocessen beskriven i boken *Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design* (Johannesson et al., 2013). Syftet samt funktion med varje enskild metod beskrivs djupare i Genomförande kapitlet. Projektet inleddes med en förstudie för att få en inblick om vad som finns på marknaden, sedan identifierades problemet genom att sätta upp en kundbehovslista, produktbehovslista samt en kravspecifikation. Metoderna som användes listas här nedan.

3.1 Förstudie

En förstudie genomförs i syfte att få en djupare förståelse om vilka produkter det finns ute på marknaden idag. Detta genomfördes i form av en informationssökning hos återförsäljare för husdjursmat samt genom en Google patentsökning för att få en inblick om vilka patent det finns där ute. Dessa steg var ett avgörande steg i processen för att kunna utveckla en helt ny produkt som är olik de produkter som finns tillgängliga idag.

3.2 Kundbehovslista/ Produktkravslista

En kundbehovslista används för att förstå slutkundens behov, vad driver kunden till att köpa en sådan produkt samt vilken nytta kunden har av produkten. En kundbehovslista skall genomföras i början av ett projekt för att skapa en attraktiv slutprodukt samt för att underlätta uppställningen av en kommande kravspecifikation. (Johannesson et al., 2013) En kundbehovslista kan genomföras genom att utforska marknaden t.ex. ställa frågor till återförsäljare av produkten eller innehavare av produkten för att förstå syftet. Därefter genomförs en produktkravslista som sammanhänger med kundbehoven som finns för produkten.

3.3 Kravspecifikation

Syftet med en specifikationsspecifikation är att rapportera de krav och önskemål som har ställts på en produkt eller tjänst. Specifikationsspecifikationen skapas genom att förstå kunden, deras krav på produkten eller tjänsten och sedan sammanställa dessa krav och önskemål i en enda tabell eller text (Johannesson et al., 2013). Ofta ställer kunden önskemål på produkter som inte är ett krav men ändå är önskvärda, dessa önskemål vikas och listas i en kravspecifikation. Syftet med en kravspecifikation är att vid projektets slutskede hitta en enda lösning som uppfyller alla kriterier och helst alla önskemål.

3.4 Konceptgenerering

Konceptgenerering har som syfte att generera ett brett spektrum av idéer med hjälp av följande metoder efter att problemen har hittats. Första steget i en konceptgenerering är att identifiera de ingående funktionerna hos en slutprodukt. Sedan används en mängd olika strategier för att generera koncept. Alla Strategierna som använts för att generera koncept skiljer sig från varandra och avger olika resultat. Resultaten visar en mängd genererade koncept som är helt olika varandra. Dessa koncept måste dock fortfarande uppfylla de behov, krav samt önskemål som identifierats under processens gång.

3.4.1 Funktionsanalys

En funktionsanalys syfte är att ge en beskrivande bild av produktens primära funktion, underfunktioner och supportfunktioner, dessa visualiseras i den funktionella analysen (Johannesson et al., 2013). Huvudfunktionen beskriver produkten eller huvudrollen för operationen, samt de underfunktioner och stödfunktioner som krävs för att få huvudfunktionen att fungera. Funktionsanalysen är i allmänhet organiserad som ett funktionsträd, med kärnfunktionen(huvudfunktionen) högst upp och underfunktioner och supportfunktioner förgrenar sig från den. Funktionsträdet används sedan för att bestämma vad projektets fokus ska vara och vilka funktioner som ska behandlas.

3.4.2 Fri idégenerering

Syftet med en fri idégenerering är att komma med en mängd olika idéer efter att problem har hittats. Idéerna måste vara olika och ge ett brett utbud av potentiella lösningar samtidigt som de uppfyller de kriterier och önskemål som fastställts under problemidentifieringsprocessen. Det kreativa tillvägagångssättet för att generera koncept var metoden Brainstorming. Metoden involverar en grupp av människor som sitter och diskuterar och samarbetar mot ett enda mål, tillsammans skall gruppen generera så många idéer som möjligt obehindrat. Det är viktigt att inte bedöma framkomna idéer och tankar i förtid utan varje koncept bör systematiskt utvärderas senare i arbetsgången (Johannesson et al., 2013).

3.4.3 Morfologisk matris

En morfologisk matris är en matris där alla produktens delfunktioner samt dellösningalternativ kategoriernas (Johannesson et al., 2013). Delfunktionerna hämtas normalt från funktionsanalysen, det kan ibland vara bra att undersöka andra underfunktioner om det anses vara nödvändigt. Delfunktionerna tilldelas sedan ett numeriskt värde. Varje delfunktion har sin egen uppsättning dellösningar. Ett stort antal idéer kan genereras på en begränsad tid genom att integrera de olika dellösningarna på olika sätt. Realistiska men ofta opraktiska lösningar kan härledas från morfologiska matriser. Dessa opraktiska idéer skall dock inte ses som onödigt arbete då de ofta innehåller hög kreativitet samt skapar många olika möjligheter att utveckla andra koncept. För att presentera de olika koncepten framtagna med hjälp av matrisen dras ett färgstreck genom matrisen för varje koncept.

3.4.4 Konceptkatalog

När alla koncept har skapats med de olika metoderna sammansätts de i en konceptkatalog. En konceptkatalog har som mål att ge läsaren en bra bild av vad som har uppstått, hur gruppen har tänkt samt hur det är tänkt att de olika koncepten skall se ut, liksom deras ingående delar samt funktioner. En konceptkatalog utvecklas innan varje koncept systematiskt behandlas i utvärderingsmatriserna i nästa process.

3.5 Utvärderingsmatriser

Koncept som inte uppfyller vissa av de sammansatta kriterierna sållas ut med systematiskt framtagna metoder som nämns nedan. Det utförs på ett sådant sätt att den slutgiltiga definitionen väljs utifrån information som samlats in under problembehandlingen (Johannesson et al., 2013), Som en konsekvens kommer en slutlig konceptmodell att utvecklas som senare tas med i en vidareutvecklingsprocess.

3.5.1 Elimineringssmatris

Det första steget i att ta fram det bästa lösningsalternativet är att skapa en elimineringssmatris (Johannesson et al., 2013). Den används för att utesluta definitioner som inte uppfyller kravspecifikationens samt kundens krav på en produkt. Genom att ställa alla koncept mot varje enskilt krav elimineras koncept systematiskt, även koncept som inte är praktiskt realiserbara elimineras i matrisen.

3.5.2 Pughmatris

Pugh-matriser används ofta efter elimineringssmatrisen. De återstående koncepten efter elimineringssmatrisen sätts in i en Pugh-matris och jämförs med varandra där ett koncept sätts som referens mot de andra (Johannesson et al., 2013). Pughmatrisen kan göras om flera gånger för att säkerställa att samma resultat fås som i tidigare Pughmatris, för varje Pughmatris väljs en ny referens vid jämförelse. Efter rangordningen av koncepten väljs ett antal av de ut för att vidare utvärderas i en Kesselringssmatris.

3.5.3 Kesselringssmatris

En Kesselring-matris är det sista steget för att eliminera alla utom ett av de koncept som finns (Johannesson et al., 2013). Detta är en kriterieviktmetod, där olika kriterium viktas olika beroende på dess betydelse för funktionen. Därefter tillämpas olika betyg och meritvärden på varje koncept utifrån ett idealvärde. Specifika kvoter fastställs för varje koncept och sedan fastställs ett slutkoncept, det koncept som är närmast ett idealvärde. Konceptet som kommer närmast idealet utvecklas ytterligare i vidareutvecklingsprocessen till ett slutligt koncept.

3.6 Vidareutveckling

Efter valet av ett slutkoncept kommer projektet att genomgå en smidig process där nya utvecklingskoncept utvecklas samt utvärderas i accelererade sprintar för att t.ex. förenkla konstruktionen så mycket som möjligt. Denna process kommer för vårt projekt avslutas runt den 9 maj, därefter kommer slutsatser dras och en fysisk prototyp tillverkas med hjälp av AT-teknik. Arbetsgången valdes för vårt projekt så att vi skall kunna producera en jämn produktleverans men ändå kunna vara mångsidig för att justera produkten under arbetsflödet.

4. Genomförande

I det här kapitlet förklaras tankegången för arbetet samt hur arbetet genomförts systematiskt. Här visas hur det slutgiltiga konceptet togs fram.

4.1 Förstudie

I förstudien söktes information om liknade produkter och processer. Informationen söktes på patent, släppta konsumentprodukter och gör det själv projekt. Några exempel på dosering söktes också fram för att kunna dimensionera behållare med lämplig storlek. Några av egenskaperna som redan existerade projekt hade var:

- Manuell styrning ex. knappar
- Tre tydliga mekanismer
 - Rotation med hjälp av paddlar
 - Arkimedesskruv
 - Pajdelar med för-fyllda fack
- Matskålen ofta placerad på underliga ställen
- Många små delar
- Stora toleranser på mängden mat som levereras

För att kunna testa produkten på tillgängliga djur valdes att bara kolla på katt till att börja med. Doseringsmängden för en vanlig katt ligger dagligen på kring 1% av kroppsvikten viket blir mellan 30 och 300g. Produkten kommer lätt kunna skalas upp eller ner för att ge mat till andra djurtyper (Zooplus Magasin, 2018).

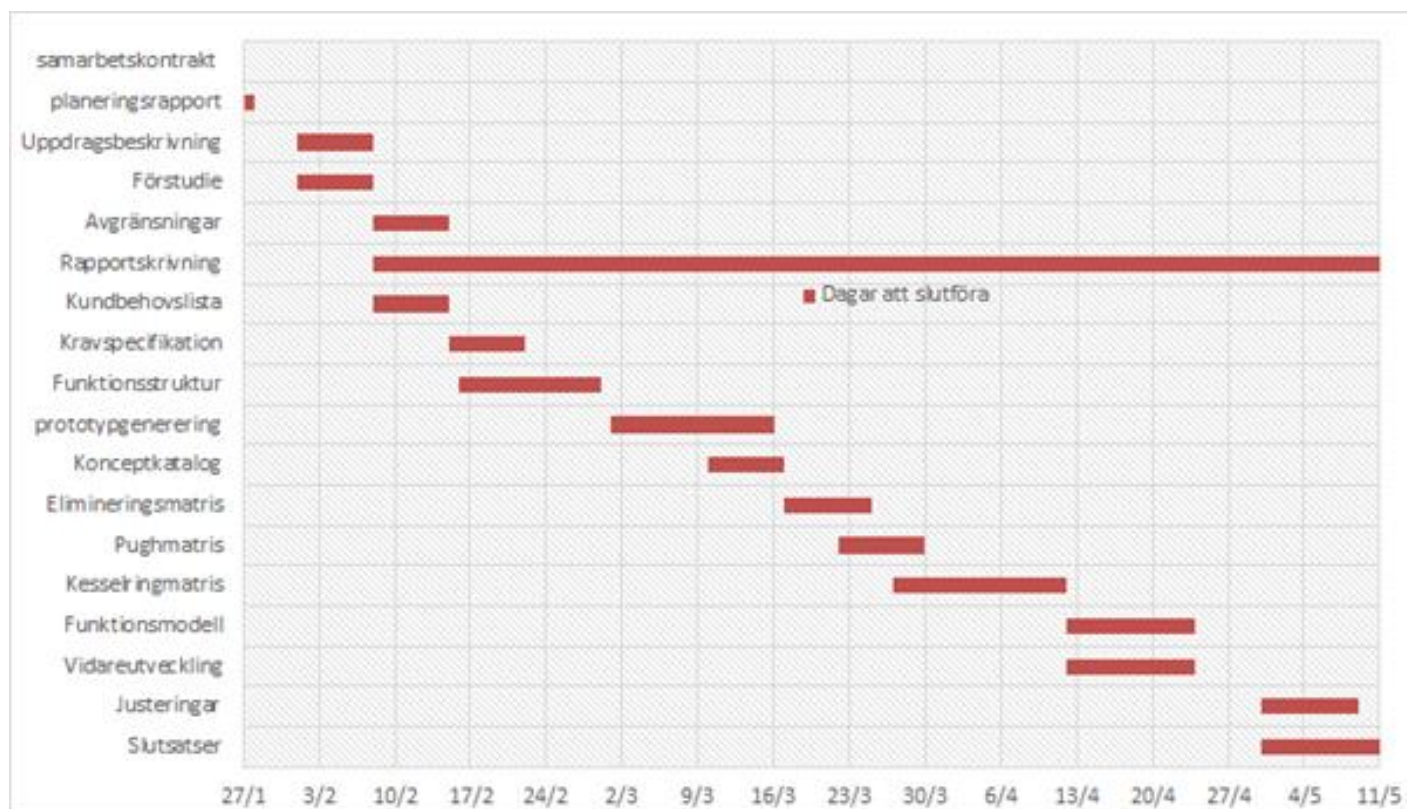
Gör det själv projekten visade att det gick lätt att sätta upp en grundläggande applikation som kommunicerar över Bluetooth. Därför ska denna möjlighet till människa-maskin interaktion undersökas i projektet.

Ett antal önskemål uppkom till följd av förstudien:

- Prototypen ska ta lite plats hos ägaren
- Inte behöva kopplas till ett vägguttag med sladd
- Designmässig tilltalande
- Minimalistisk design av funktionen
- Inga knappar på prototyp

4.2 Tidsplan

Här presenteras projektets planerade utförande.



Figur 6: GANTT SCHEMA

För att få en helhetssyn på ingående moment som skall genomföras under projektets gång skapades en tidsplan, ett Gantt-schema. Schemat visar ordningen momenten som skall slutföras i samt tidsramen för varje enskilt moment (Johannesson et al., 2013). Schemat uppdateras kontinuerligt under projektets gång då vissa moment kan ta kortare eller längre tid än förväntat samt att fler uppgifter läggs in under projektet. I Bilaga D har gruppen infört ett dokument med milstolpar med datum för slutförande av varje enskilt moment.

4.3 Kundbehov och krav

Med stöd av projektets förstudie kan vi konstatera att det finns flera olika designval som är rent dåliga för slutanvändaren. För att undvika att skapa en produkt som har dessa problem behöver vi reflektera över vilka behov kunden har. Utifrån dessa behov skapas sedan en kravspecifikation.

4.3.1 Kundbehovslista

Kundbehovslistan nedan är framtagen via förstudien och är uppdelad på fyra olika aktörer husdjursägaren, återförsäljare, miljö samt djur.

Husdjursägaren

Dessa behov har högre prio än återförsäljarens krav då husdjursägaren är slutanvändare.

1. Automatisk utdelning av mat
2. Lätt att rengöra
3. Lätt att ställa in dosering
4. Ingen extra kontrollenhet
5. Ett ställe som styr produkt
6. Ta upp liten yta i bostad
7. Förseglad så att maten inte blir dålig
8. Driftsäker
9. Tyst
10. Gå att placera överallt i bostad
11. Möjlighet att schemalägga matutdelning
12. Larva vid fel eller tomt
13. Lätt att installera

Återförsäljare

Dessa behov ska uppfyllas om det går:

1. Rimligt pris från oss
2. Bra vinst på försäljning
3. God tillgång på produkt
4. Få reklamationer
5. Reservdelar

Miljö

De behov rörande miljön som projektet behöver ta hänsyn till:

1. Material som används vid AT skall ha så liten miljöpåverkan som möjligt
2. Prototyper ska inte skapa överdrivet mycket spillmaterial
3. Produkten ska inte vara giftig
4. Produkten ska minska matsvinn, genom att ge rätt mängd mat till husdjuret.

Djur

Även husdjuret är en användare av produkten och deras behov bör uppfyllas:

1. Låg ljudvolym
2. Lätt att komma åt mat
3. Fräsch mat ska delas ut flera gånger per dag

4.3.2 Kravspecifikation

För att lättare kunna följa de krav som ställs inom projektet har kraven delats in beroende på vilket område de tillhör. Alla krav har satts utifrån projektets egen förstudie. För att inte begränsa när konceptkatalogen tas fram har vissa krav omvandlats till viktade önskemål.

Tabell 1: Generella krav på prototyp

Krav 1	Ska kunna kontrollera mängd mat som levererats
Krav 2	Matmängd, som ska levereras ska kunna ställas in
Krav 3	Matskål ska vara lätt att komma åt
Krav 4	Ska inte krossa mat
Krav 5	Ska kunna leverera tillsagd mängd mat
Krav 6	Standby tiden skall vara ca en månad beroende på antal doseringar
Krav 7	Ska inte läcka mat till matskål

Tabell 2: Krav på drivlina för prototyp

Krav 8	Ska drivas av motor
Krav 9	Ska kunna styras med mikrokontroller

Tabell 3: Krav på behållare på prototyp

Krav 10	Behållaren ska kunna motstå vätska som spills på den
Krav 11	Behållaren ska kunna fyllas på
Krav 12	Behållaren ska kunna tömmas
Krav 13	Ska kunna larma då behållaren blir tom

Tabell 4: Krav på doseringsanordning för prototyp

Krav 14	Vikt ska inte påverka funktion. Varken självsnurr eller fastna med full behållare.
Krav 15	Anordning ska kunna fyllas på kontinuerligt
Krav 16	Kunna räkna antal varv. I det fallet då funktionen använder sig av en process som behöver det.
Krav 17	Ska kunna larma då funktion inte fungerar

Tabell 5: Krav på kommunikation till/från prototyp

Krav 18	Larm vid kommunikationsfel
Krav 19	Larma vid låg mat-nivå till ägare
Krav 20	Larma vid generella fel
Krav 21	Kunna justera värdena för dosering
Krav 22	Återställa larm

Tabell 6: Testkrav, de krav som prototyp ska klara för att anses lyckad

Krav 23	Funktionstest, Prototyperna ska göra det, de är designade för
Krav 24	Mängdtest, Prototyperna skall klara 100 cykler av funktion

Tabell 7: Miljökrav, de miljöhänsyn som prototyp ska ta

Krav 25	Material i produkt ska vara godkänt för mathantering
---------	--

Tabell 8: Produktönskemål prototyp ska försöka uppnå, viktade.

Typ	Beskrivning	Skala 1–5, hur viktigt önskemål?
-----	-------------	-------------------------------------

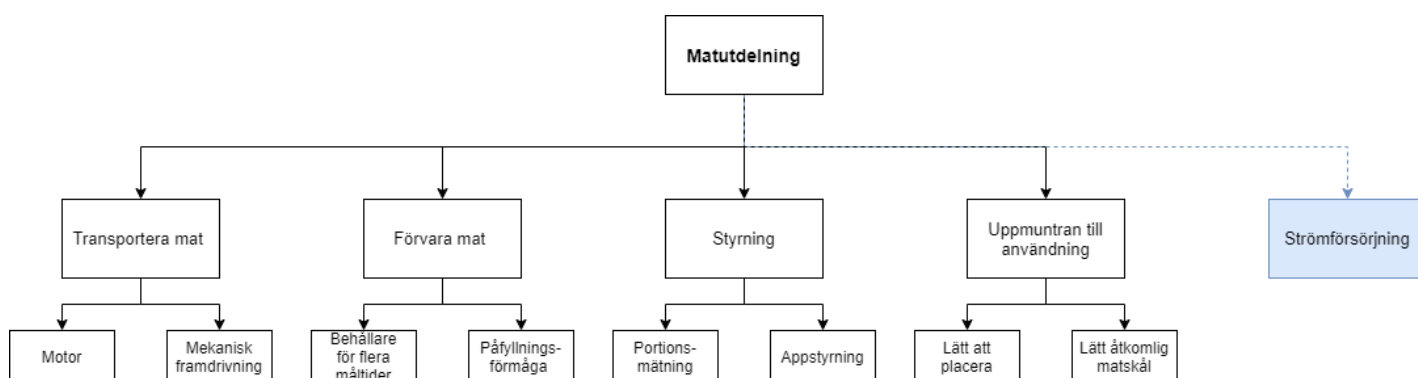
Önskemål	Lätt att leverera beställd mängd mat. Ingen överleverans eller underleverans. Noggrannhet +/- 2g.	4
Önskemål	Behållaren skall hålla maten fräsch. Med andra ord tätt i lock och leveransdel	2
Önskemål	Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet.	3
Önskemål	Ljud-test, Prototyperna skall inte ge mer än 60 dB ifrån sig	3
Önskemål	Lätt att byta delar så att produkten får lång livslängd	3

4.4 Konceptgenerering

När kraven är ställda är det dags att välja den prototyp som bäst uppfyller de krav som ställts. För att ta fram den vinnande prototypen har ett funktionsträd tagits fram. Samtidigt har fri idégenerering och morfologisk matris tillämpats.

4.4.1 Funktionsträd

I det funktionsträd som finns nedan finns den huvudfunktion, de delfunktioner och de stödfunktioner som prototypen behöver lösa. Huvudfunktionen beskriver produktens huvuduppgift, för att få huvuduppgiften att fungera krävs del- samt stödfunktioner. Delfunktionerna har ett antal underfunktioner som ser till att delfunktionerna fungerar. Analysen används för att ge produktutvecklaren en inblick om vad projektet går ut på samt vilka funktioner som skall lösas.



Figur 7: Funktionsträd

Som bilden visar ska prototypen först och främst lösa huvuduppgiften matutdelning, för att lösa detta behövs delfunktionerna transportera mat, förvaring av maten, styrning av produkten samt användarvänlighet.

Delfunktionen "transportera mat" är en stor del av produkten, alltså hur maten transporteras från behållare till matskål. För att delfunktionen skall fungera krävs ett antal viktiga underfunktioner, dessa är någon form av mekanisk framdrivning som "puttar fram" maten hela vägen till matskål som i sin tur drivs av underfunktionen motor.

Det är viktigt att kunna "förvara mat" i produkten för leverans vid senare tillfällen när husdjursägaren själv inte är hemma. För att kunna göra detta på ett smidigt sätt krävs det att behållaren är tillräckligt stor för att kunna leverera ett flertal måltider samtidigt som den har en enkel påfyllningsförmåga för att förenkla vardagen.

Delfunktionen ”Styrning” är viktig för att kunna kontrollera matutdelningen då husdjursägaren vill kunna säkerställa en säker leverans av mat till husdjuret då hen inte är hemma, för att kunna göra detta på ett smidigt sätt krävs underfunktionerna Applikationsstyrning för att kunna kontrollera matutflödet vid utsatt tid och Portionsmätning för att säkerställa att husdjuret får rätt förbestämd mängd mat.

Det är viktigt att produkten är användarvänlig samt ”uppmuntrar till användning” för att framställa en bra och eftertraktad produkt. Underfunktioner till detta är att produkten skall vara lätt åtkomlig, lätt att rengöra samt att det skall vara enkelt för kund att välja placering av produkten utan att behöva begränsas med tex kablar eller av stor volym på produkten.

Den stödfunktion som finns är strömförsörjning, det är alltså de alternativa lösningsförslag för att lösa strömförsörjning till produkten dessa är inte är strikt behövda för funktionen men underlättar mycket vid t.ex. placering i utrymmen utan eluttag. De alternativa lösningsförslag som finns för strömförsörjning är batterier (utbytbara/ laddningsbara), solenergi samt konventionell strömförsörjning (inkopplad i ett eluttag).

4.4.2 Fri idégenerering

Utifrån funktionsträdet har tretton olika leveransköncept skapats dessa har dokumenterat i konceptkatalogen se rubrik 4.3.4 Konceptkatalog. Även fyra koncept för hur behållaren kan se ut har tagit fram med denna metod. Processen för att skapa de olika koncepten gick till enligt följande:

1. En idé utforskades på Whiteboard
2. Via diskussion kring första idén skapades ett koncept.
3. Konceptet specificerades i text i konceptkatalogen.

Inga av koncepten värderades i detta stadiet utan alla koncept som togs fram dokumenterades i katalogen.

4.4.3 Morfologisk matris

Fri idégenerering gav tretton alternativ för att undersöka om det finns lösningar som den fria modellen missat har en morfologisk matris tagit fram (Johannesson et al., 2013). Fördelen med denna typ av matris är att den genererar väldigt många lösningar på kort tid, antalet möjliga kombinationer blir: $5 \times 2 \times 3 \times 4 \times 2 = 240$.

Tabell 9: Morfologisk matris

<i>Dellösningar</i> <i>Delfunktioner</i>	1	2	3	4	5
Transport ur behållare	Skruv	Paj	Transportband	Cylinder	Paddel
Påfyllning	Övre behållare	Direkt från påse			
Strömförsörjning	Nätansluten	Batteri	Solpanel		
Styrning	Knappar	Bluetooth	WIFI	IR (Tv kontroll)	
"fräschhet"	Gummilist	Förslutet lock			

För att generera ett koncept utifrån denna matris väljs ett alternativ på varje rad och ett streck dras mellan de valda. Tre koncept har skapats utifrån denna metod. Dessa koncept finns dokumenterade i konceptkatalogen 4.4.4.

4.4.4 Konceptkatalog

De koncept som tagit fram med hjälp av den fria idégenereringen och den morfologiska matrisen har dokumenterats i detta kapitel. Även koncept rörande behållaren har dokumenterats här.

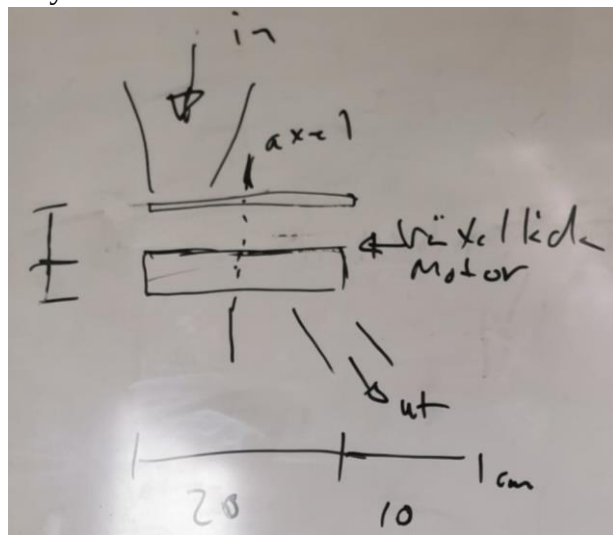
Koncept 1

Koncept 1 består utav en paj-formad skivbotten och ett cirkulärt lock med paj-formad öppning i. Inloppet sitter på motsatt sida till utloppet. Pajbitarna är olika storlekar för att kunna leverera olika mängd mat. Konstruktionen drivs av en motor och styrs med hjälp av en växellåda. Växellådan kan vara av typen planetväxel.

Skivbotten styrs av mikrokontroller som bestämmer vilken av volymerna som skall användas.

De olika volymerna som finns i pajformerna är 5 ml, 10 ml samt 15ml för att flexibelt kunna ändra dosering:

1. Den valda skivbottenvolymen snurrar fram till det pajformade hålet på toppskivan
2. En låsning går igång mellan botten- samt toppskivan.
3. Dessa två skivor snurrar sedan gemensamt till inloppet där doseringen sker
4. Sedan snurrar dessa skivor gemensamt till utlopp för att täta igen inlopp samt hälla ut maten vid utloppet
5. Bottenskivan släpper låsning från toppskivan för att kunna välja ut nästa volym som skall användas.

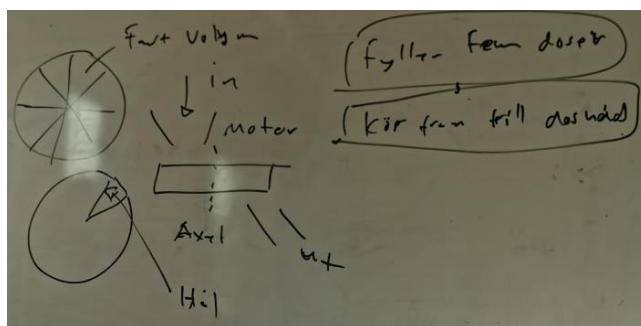


Figur 8:koncept 1

Koncept 2

Koncept 2 har en roterande paddel inne i en fast behållare som roterar kring en mittaxel. Inloppet är normalt öppet och upp till fem doser kan fyllas i förhand. Paddelmellanrummet kan vara av olika storlek för att fylla med olika doser

1. Mikrokontrollen startar igång motorn som vrider på paddeln vid ansatt tid för matutdelning.
2. Paddeln snurrar så att paddeln är tom vid utloppet tills att maten skall levereras.
3. När paddeln är tom skickar mikrokontrollen en ny signal för att fylla på mellan paddelbladen.

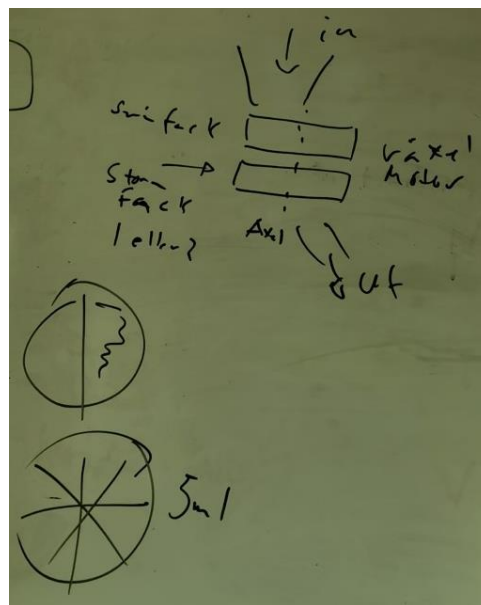


Figur 9: koncept 2

Koncept 3

Koncept 3 består utav två paddelbehållare som kan snurra oberoende av varandra. Funktionen är väldigt lik koncept 1 men det är den övre behållaren som är styrande här.

1. Toppbehållaren innehåller små fack med en volym på 5ml som fylls kontinuerligt
2. Toppaddeln snurrar fram till dess hål på undersidan av behållaren för att sedan rinna ner i den nedre behållaren
3. Antalet blad som släpps ner regleras av en mikrokontroller beroende på dosering som skall släppas ner.
4. I den nedre behållaren har paddeln endast två blad, då doseringen styrs av den övre behållaren.
5. När rätt mängd mat från den övre behållaren har släppts ner till den nedre behållaren snurrar den nedre paddeln mot hålet som ligger vid utloppet för att leverera maten.



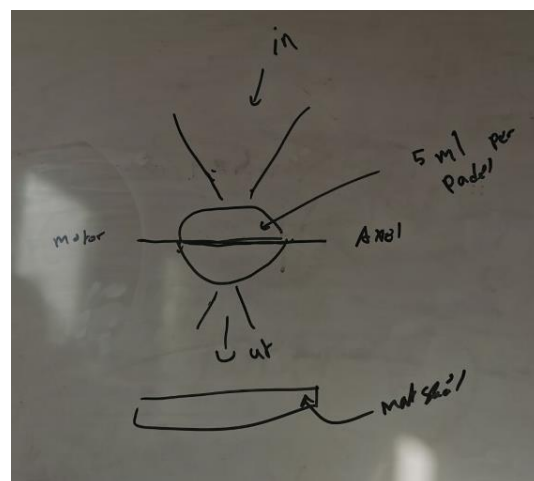
Figur 10: koncept 3

Koncept 4

Koncept 4 består utav en paddel monterad framför inloppet. Paddeln är tillräckligt stor för att blockera utloppet när den inte roterar. När paddel roterar ett hack kommer den släppa ut den mängd mat som finns mellan två paddelblad.

Likt en cornflakes-dispenser fylls maten en behållare i toppen

1. Maten fylls upp i toppen
2. När mikrokontrollen skickar en signal till motorn att starta igång så driver motorn paddeln
3. Paddeln har en volym på 5ml mellan bladen. Antalet cykler som paddeln gör beror på doseringen som skall släppas.
4. Systemet är "självmätande" alltså fylls paddelns blad genom tyngdkraften.

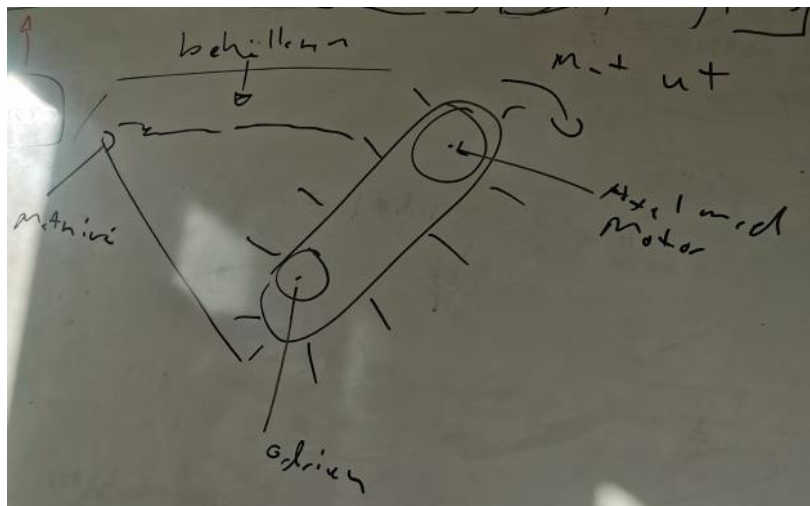


Figur 11: koncept 4

Koncept 5

Koncept 5 består utav ett transportband med paddelblad på. När transportbandet roteras kommer den lyfta maten över kanten på behållaren och ner i matskålen. Transportbandet är placerat i matbehållaren.

1. transportbandet startas igång när en mikrokontroll skickar en signal till motorn att starta. Det finns givare på transportbandet som förklarar vart paddlarna befinner sig i systemet för att inte leverera fel mängd mat. Mellan varje paddelblad finns ett utrymme för ca 5ml foder.

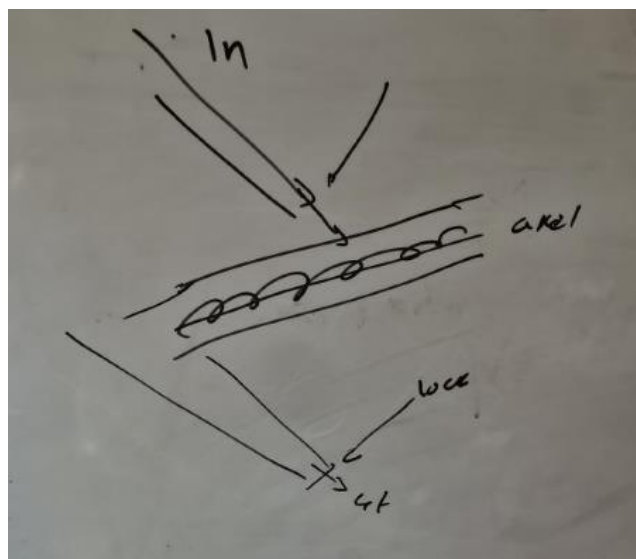


Figur 12: koncept 5

Koncept 6

I Koncept 6 är inloppet placerat över en skruv som långsamt skruvar fram mat till matskålen.

1. Skruven snurrar
2. Maten kommer till matskålen
3. Skruven slutar snurra när målvikt uppnåtts i matskål

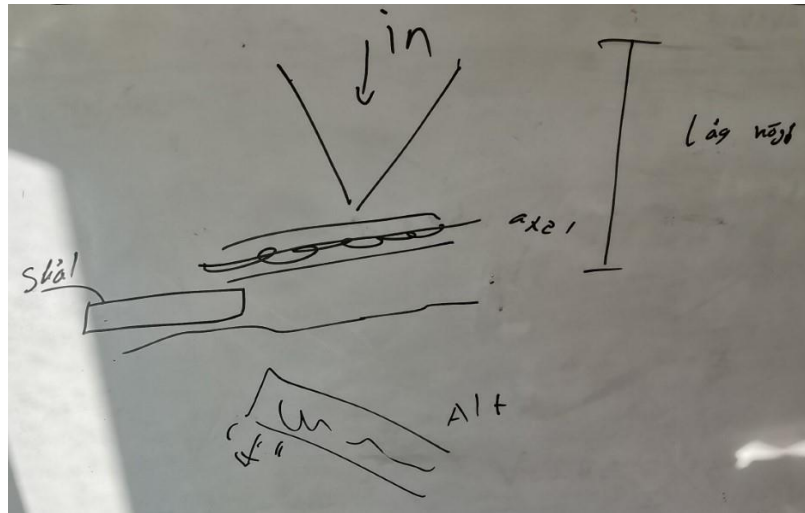


Figur 13: koncept 6

Koncept 7

I Koncept 7 är inloppet placerat över en skruv som långsamt skruvar fram mat till matskålen. Konceptet är variation på koncept 6.

1. Skruven snurrar
2. Maten kommer till matskålen
3. Skruven slutar snurra när målvikt uppnåtts i matskål

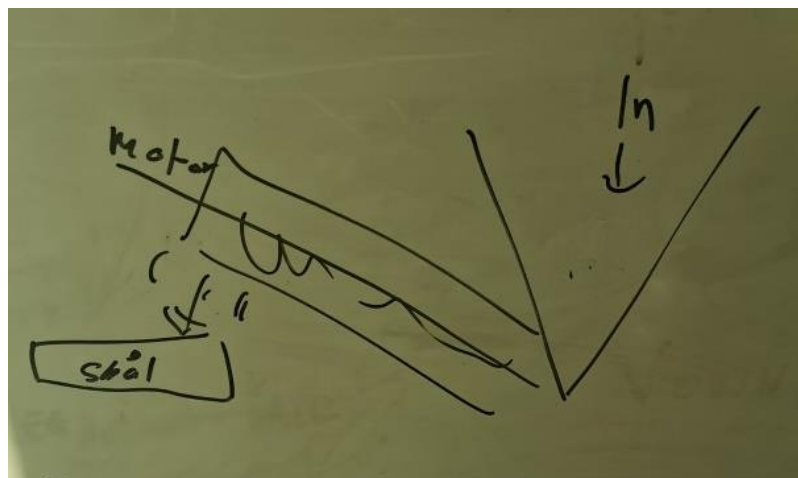


Figur 14: koncept 7

Koncept 8

I Koncept 8 är inloppet placerat över en skruv som långsamt skruvar fram mat till matskålen. Konceptet är variation på koncept 6.

1. Skruven snurrar
2. Maten kommer till matskålen
3. Skruven slutar snurra när målvikt uppnåtts i matskål

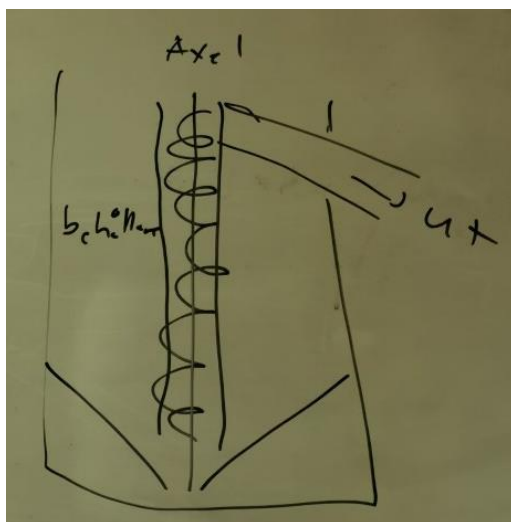


Figur 15: koncept 8

Koncept 9

I koncept 9 är en skruv placerad i behållaren, maten hamnar i botten och när skruven går lyfts detta upp till utloppet i toppen på matskålen. Vinkel på skruven måste tas fram experimentellt.

1. Skruven snurrar
2. Maten kommer till matskålen
3. Skruven slutar snurra när målvikt uppnåts i matskål

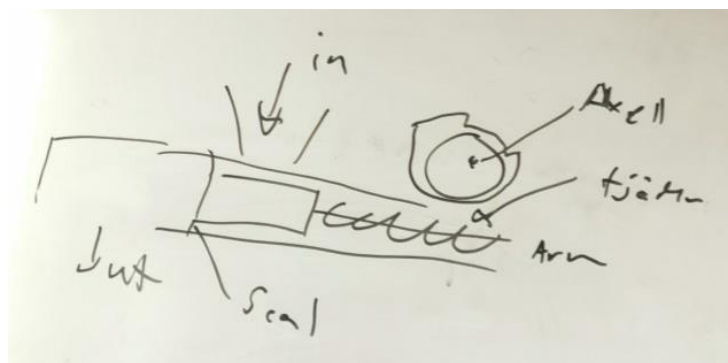


Figur 16: koncept 9

Koncept 10

Koncept 10 är inspirerat av en airsoftväxellåda och ett gevärslutstycke. En cylinder är placerad i ett rör och är ständigt satt i spänning av en fjäder. En motor driver fram cylindern till utloppet när motor snurrat till utloppet är dess drivande kuggar som har kontakt med cylinder borttagna vilket resultera i att cylindern åker tillbaka till utgångsläge. Cylindern är tänkt att rotera på sin väg från inlopp till utlopp. Cylindern isolerar behållaren med hjälp av gummi/silikonlister.

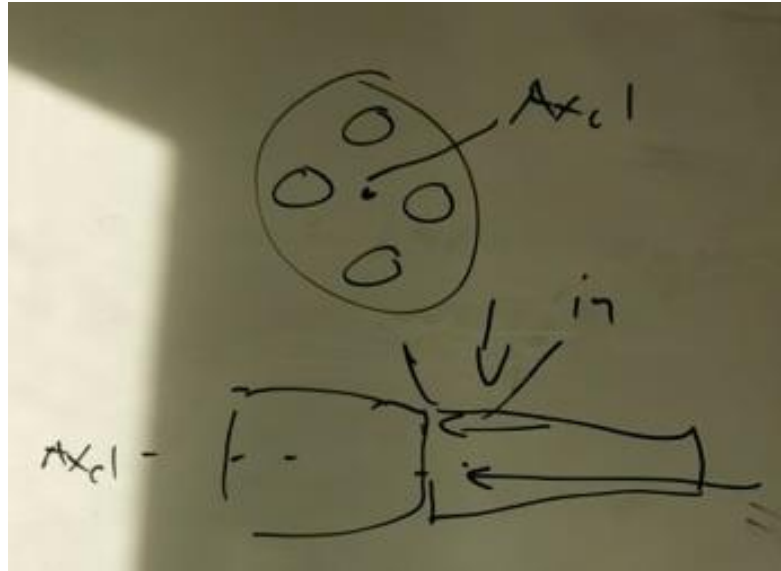
1. Mat fyller på behållare
2. Motor får signal och börjar rotera
3. Cylindern med behållare roterar fram till utloppet
4. Cylindern når maxutsträckning
5. Kuggarna försvinner och fjädern drar tillbaka cylindern till utgångsläge



Figur 17: koncept 10

Koncept 11

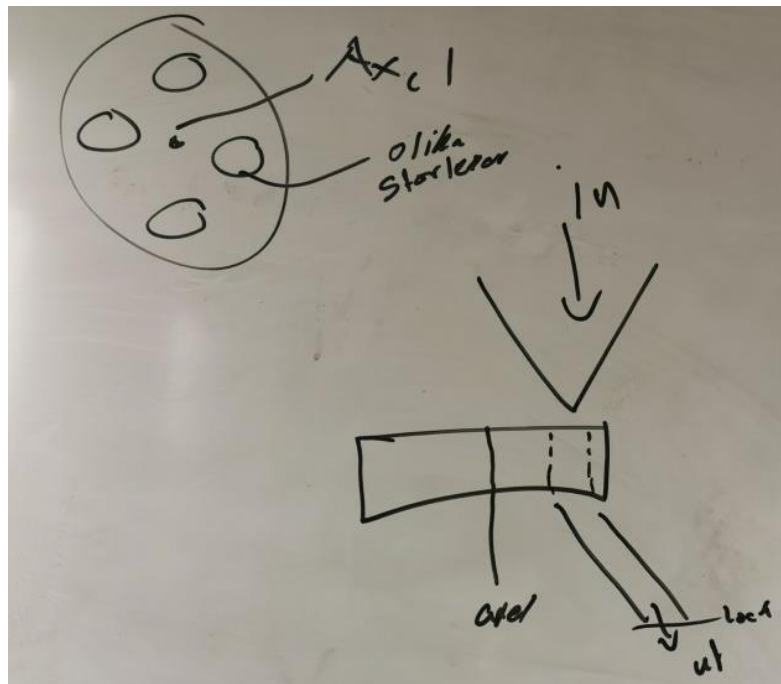
Koncept 11 har en roterande disk längts ute på en cylinder. Den roterande disken har hål med olika volym. När mat ska delas ut trycks cylindern ut och mat trillar ner till matskål.



Figur 18: koncept 11

Koncept 12

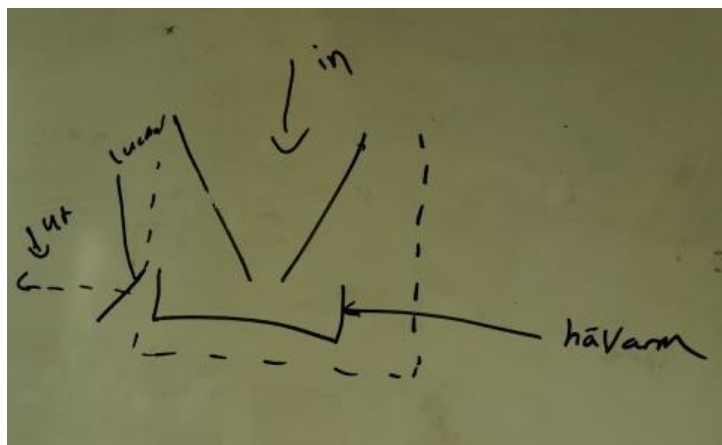
Koncept 12 består utav en roterande disk med olika stora hål. Det är ett lock mellan utloppet och disken samt inloppet och disken. När mat ska delas ut öppnas utloppslocket och inloppslocket stängs och tvärt om vid påfyllning.



Figur 19: koncept 12

Koncept 13

Nedanför inloppet finns en lucka som öppnas och stängs då den nedre behållaren är full. När behållaren är full så trycker en hävarm ut maten genom en lucka på sidan av matstationen. Luckan är placerad så att skålen åker över den. Därmed eliminerar prototypen behovet av en extra matskål.



Figur 20: koncept 13

Morfologiskt koncept 14

Koncept 14 är baserat på den gula linjens väg genom matrisen i tabell 9. Den består utav en skruv med en behållare som är ansluten till vägguttag styrd av knappar på utsidan. Hela konstruktionen är isolerad med hjälp av gummilister.

Morfologiskt koncept 15

Koncept 15 utgår ifrån den Röda linjens väg igenom matrisen (tabell 9). Den består av en cylinder som lyfter ner maten som från dess övre läge "inflöde" (där fylls cylindern direkt ifrån matpåsen) till dess nedre läge som är dess utflöde. I toppen av konceptet sitter ett lock som försluter innehållet så att maten håller sig fräsch. Cylindern är byggd så att cylinderytan liknar en konventionell matskål så att behovet av en extern matskål elimineras. Konceptet drivs på solkraft och dess styrning görs med hjälp av Wi-Fi.

Morfologiskt koncept 16

Den blå linjen är koncept 16 den har ett transportband från behållaren (tabell 9). Konstruktionen drivs med hjälp av solpaneler. Den styrs av en IR kontroll likt en tv-kontroll, kanske med en existerande kontroll i hemmet. Den är isolerad med hjälp av en gummilist.

Koncept 17

Koncept 17 bygger på grundprinciperna bakom koncept 10. Detta koncept är förenklat i sin design jämfört med koncept 10. Den största skillnaden mellan dessa två koncept är att det är ett hål rakt igenom den inre cylindern vilket därmed eliminerar all rotation.

1. Mat fylls på i behållare
2. Motor får signal och trycker fram cylindern med hjälp av en hävarm.
3. Cylinder åker fram till utloppet
4. Cylinder når maxutsträckning

5. Kuggarna försvinner och fjädern drar tillbaka cylinder till utgångsläge

Behållarkoncept 1

En toppmonterad behållare där påfyllningen sker ett par gånger i månaden. Behållaren är trattformad med höga kanter samt ett lock i toppen som försluter maten. Transporten av mat från behållaren till utflödet sker med hjälp av tyngdkraften.

Behållarkoncept 2

Behållaren omsluter mekanismen som transporterar mat till skålen. Behållaren är formad för att leda in mat till mekanismen och för att inte lämna fickor med mat som inte kan levereras. Påfyllning sker genom en öppning i toppen på behållaren.

Behållarkoncept 3

Ett rör sticks in i matpåsen som blir den nya behållaren. Röret har en gummi-isolering där röret möter påsen så att maten kan hållas fräsch. Röret har en lätt klibbig yta. Rörets fäste mot mekanismen är flexibel så att fler påsar kan användas.

Behållarkoncept 4

Mekanismen placeras direkt i påsen som då blir behållaren.

4.5 Analys av koncept

För att ta fram det konceptet som skall utvecklas i CAD har ett antal olika matriser använts. Dessa matriser är Elimineringsmatris, Pughmatris och Kesselringsmatris. Matriserna var till grund för att kunna avgöra det slutgiltiga konceptet samt motivering till eliminering.

4.5.1 Elimineringsmatris

För att kunna utvärdera samt eliminera de koncept som inte uppfyller kravspecifikationens ställda krav på produkten så togs en elimineringsmatris fram. I Elimineringsmatrisen elimineras även koncept som inte är realiserbara, passar slutkundens behov eller kräver stort efterarbete (Johannesson et al., 2013). Matrisen resulterade i att tio koncept eliminerades då de inte uppfyllde de ställda kraven (Figur 21).

Chalmers		Elimineringsmatris för Husdjursmatare					
Utfärdad av:		Pontus & Zaner					Skapad: 02/3-21
							Modifierad: 02/3-21
	+ JA						Behåll eller eliminera
	- NEJ						? Sök (mer) information
Lösning	Elimineringskriterier*						BESLUT
Koncept	Löser huvudproblemet	Uppfyller krav 1-7	Realiserbar (i alla praktiska avseenden)	Passar slutkund	Tillräcklig information finns	Annat kriterium (Krav 8-24)	
1	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+
4	+	-					-
5	+	-					-
6	+	-					-
7	+	+	+	+	?	+	Svår att bedöma
8	+	+	+	+	?	+	Svår att bedöma
9	+	+	-				-
10	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	-				-
12	+	-					-
13	+	+	-				-
14	+	+	+	-			-
15	+	+	+	-			-
16	+	-					-

Figur 21: elimineringsmatris

Koncept 4, 5 samt 16 är alla koncept som bygger på att transportfunktion är integrerad i inloppet därav bedömes dessa funktioner ha en negativ inverkan på fodret. Risker som finns med integrerade transportfunktioner är att maten krossas vid rörelse. Koncept 6 är designat så att matskålen hamnar under processen vilket medför till att matskålen är svår att komma åt, därav eliminerades detta koncept. Koncept 12 ansågs vara svår att kontrollera alltså att det fanns risk att mat läckte igenom, därav eliminerades även detta koncept. Koncept 9 föll på svårigheten att fabricera en lång skruv.

Koncept 13 hade också fabriceringsproblematik samt att doseringsmetoden inte var tillförlitligt annat än teoretiskt. Koncept 14 ansågs vara bristfälligt utifrån kundbehovslistan, då den behöver förprogrammeras med hjälp av knappar som sitter på produkten därav elimineras detta koncept. Koncept 15 ansågs vara bristfällig i dess design, i designen elimineras behovet av en extern matskål vilket medför produkten svår att rengöra och därav elimineras då den inte passar slutkund. Koncept 7 samt 8 var två koncept som krävde lite efterarbete i form av sökning på information, vid funnen information ansågs dessa två koncept som acceptabla för applikationen.

4.5.2 Pughmatris

I Pughmatrisutvärderingen användes en oviktad matris för att kunna analysera de kvarstående koncepten. Detta har gjorts systematiskt genom att använda två av de kvarvarande koncepten som referenser för att jämföras med de andra. Jämförelsen har gjorts för få en uppfattning samt göra en bedömning om hur de kvarstående koncepten står sig mot varandra. I matrisen användes plustecken för egenskaper hos koncept som ansågs bättre än referenskonceptet, minustecken för områden där koncept genomför arbetet sämre än referens medan noll symboliserar att konceptet är likvärdigt som referens (Johannesson et al., 2013). Genom användning av Pughmatrisen visade det sig att önskemål som etablerats inte var tillräckliga för att utvärdera koncepten därav togs beslutet att utöka kriterielistan med hjälp av krav som ansågs representera uppgiften väl.

I figur 22, Pughmatrisen valdes koncept ett som referens då koncept ett, två och tre hade likartade egenskaper i dess design (Johannesson et al., 2013).

Chalmers	Pughmatris (Relativ beslutsmatris) för Husdjursmatare					
Utfärdare: Pontus & Zaner			Skapad: 02/3-21			
			Modifierad: 02/3-21			
Kriterier	Koncept					
	1	2	3	7	8	10
Ska kunna kontrollera mängden mat som levererats.	R	-	0	+	+	0
Lätt att leverera beställd mängd mat. Ingen överleverans eller underleverans. Noggrannhet +/- 2g.	E	-	0	+	+	0
Behållaren skall hålla maten fräsch. Med andra ord tätt i lock och leveransdel	F	-	0	-	-	+
Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet.	E	0	0	0	0	0
Ljud-test, Prototyperna skall inte ge mer än 60 dB ifrån sig	R	0	0	-	-	-
Lätt att byta delar så att produkten får lång livscykel	E	+	0	+	+	-
Skall inte läcka mat till matskål	N	0	-	+	+	+
Skall inte krossa mat	S	0	+	-	-	+
$\Sigma +$	0	1	1	4	4	3
$\Sigma 0$	0	4	6	1	1	3
$\Sigma -$	0	3	1	3	3	2
Nettovärde	0	-2	0	1	1	1
Rangordning	2	3	2	1	1	1
Beslut	Ny matris med koncept 10 som referens					

Figur 22: Pughmatris ett

Som matrisen visar när koncept ett är referens är koncept sju, åtta och tio bäst. Koncept ett och tre näst bäst och koncept två sämst. Beslutet togs att betrakta problemet utifrån det bästa konceptet. Det resulterade i att en ny Pughmatris gjordes utifrån koncept 10. Den matrisen finns nedan (Figur 23).

Chalmers	Pughmatris (Relativ beslutsmatris) för Husdjursmatare					
Utfärdare: Pontus & Zaner				Skapad: 02/3-21		
				Modifierad: 02/3-21		
Kriterier	Koncept					
	1	2	3	7	8	10
Ska kunna kontrollera mängden mat som levererats.	0	-	+	+	+	R
Lätt att leverera beställd mängd mat. Ingen överleverans eller underleverans. Noggr annhet +/- 2g.	0	-	0	0	0	E
Behållaren skall hålla maten fräsch. Med andra ord tätt i lock och leveransdel	0	-	0	-	-	F
Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet.	0	0	0	0	0	E
Ljud-test, Prototyperna skall inte ge mer än 60 dB ifrån sig	+	+	+	-	-	R
Lätt att byta delar så att produkten får lång livscykel	+	+	+	+	+	E
Skall inte läcka mat till matskål	0	-	-	0	0	N
Skall inte krossa mat	0	+	0	-	-	S
Σ+	2	3	3	2	2	0
Σ 0	6	1	4	3	3	0
Σ -	0	4	1	3	3	0
Nettovärde	2	-1	2	-1	-1	0
Rangordning	1	3	1	3	3	2
Beslut	Koncept 1, 3 & 10 går vidare					

Figur 23: Pughmatris två

När koncept tio användes som referens gick det att se att koncept ett och tre är bäst och koncept tio näst bäst. När båda Pughmatriserna var utförda togs beslutet att vidareutveckla koncept 10 för att minimera oklarheter samt fortsätta utvärdera koncept ett och tre. Det resulterade konceptet kallas koncept sjutton och har lagts till i konceptkatalogen. Dessa fyra koncept sattes sedan in i en ny Pughmatris för att kunna värdera det nya framtagna konceptet jämfört mot de andra tre, se matris nedan (Figur 24).

Chalmers	Pughmatris (Relativ beslutsmatris) för Husdjursmatare				
Utfärdare: Pontus & Zaner			Skapad: 02/3-21		
			Modifierad: 02/3-21		
Kriterier	Koncept				
	1	3	10	17	
Ska kunna kontrollera mängden mat som levererats.	0	+	0	R	
Lätt att leverera beställd mängd mat. Ingen överleverans eller underleverans. Noggr annhet +/- 2g.	0	0	0	E	
Behållaren skall hålla maten fräsch. Med andra ord tätt i lock och leveransdel	0	0	0	F	
Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet.	0	0	0	E	
Ljud-test, Prototyperna skall inte ge mer än 60 dB ifrån sig	+	+	-	R	
Lätt att byta delar så att produkten får lång livscykel	+	+	-	E	
Skall inte läcka mat till matskål	0	-	0	N	
Skall inte krossa mat	0	0	-	S	
$\Sigma +$	2	3	0	0	
$\Sigma 0$	6	4	5	0	
$\Sigma -$	0	1	3	0	
Nettovärde	2	2	-3	0	
Rangordning	1	1	3	2	
Beslut	Koncept 1, 3 & 17 går vidare till kesselringsmatrisen				

Figur 24: Pughmatris tre

För att kunna väga de tre ursprungliga koncepten mot det ny införda koncept 17 sattes detta till referens. Som matrisen ovan visar resulterade det i att koncept 10 eliminerades som den svagaste av de fyra. De tre kvarstående koncepten fördes vidare in i en Kesselringsmatris för att få en tydligare bild av vilket koncept som ger den bästa lösningen på problemet.

4.5.3 Kesselringsmatris

I Kesselringsmatrisen utvärderades de kvarstående koncepten, koncept 1,3 samt koncept 17. I matrisen utvärderas koncept utifrån deras förmåga att uppfylla uppsatta önskemål. Koncepten ställdes emot varandra för att ge en klar blick om dess förmågor (Johannesson et al., 2013). Figur 25 visar jämförelsen.

Chalmers		Kesselringmatris					
Utfärdare: Pontus & Zaner		Skapad: 08/3-21				Modifierad: 08/3-21	
Kriterier		Alternativ					
		1		3		17	
Namn	w	v	t	v	t	v	t
Lätt att leverera beställd mängd mat. Noggrannhet +/- 2g	4	4	16	3	12	3	12
Behållaren skall hålla maten fräsch	2	4	8	2	4	5	10
Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet	3	3	9	3	9	3	9
Ljudtest, Prototyperna skall inte ge mer än 60 db ifrån sig	3	3	9	3	9	3	9
Lätt att byta delar så att produkten får lång livscykel	3	3	9	4	12	3	9
T (Totalt viktat värde)		17	51	15	46	17	49
Medel		3,40	10,20	3,00	9,20	3,40	9,80
Standardavvikelse		0,48	2,32	0,40	2,24	0,64	0,96
Median		3,00	9,00	3,00	9,00	3,00	9,00
Antal svaga punkter		0		0		0	
Rangordning		1		3		2	
Beslut		CAD prototyper genomförs för koncept 1 samt 17 för vidare utvärdering					

Figur 25: Kesselringsmatris

Slutresultatet var att koncept 1 rankades bäst, koncept 17 näst bäst och koncept 3 sist. Utifrån matrisen framkom det att två av koncepten (koncept 1 samt 17) var likvärdiga på flera områden men att de skiljde sig på två områden, noggrannheten vid matleverans samt deras förmåga att hålla maten fräsch. Konstruktionsmässigt skiljer sig koncept 1 och 17 otroligt mycket därav drogs slutsatsen att göra två CAD modeller av dessa två koncept för att visuellt kunna se och välja koncept därefter.

4.5.4 Beskrivning av det resulterande konceptet

Efter utvärdering av CAD prototypernas ingående delar (bilaga E & F) valdes koncept 1 att implementeras. Koncept 1 består utav en behållare. I behållaren är en paddel placerad vars centrum är anslutet till den drivande motorn. I ena sidan av behållarbotten finns ett utloppshål den har också magneter placerade på sig så med hjälp av givaren kan motorn position detekteras. Centrumaxeln har i toppdelen en liten utskjutande tapp som tar tag i locket och flyttar det till önskad position. Locket består utav en skiva med ett centrumhål där axeln passerar igenom. Den har en läpp på en sida av

centrumhålet vars uppgift är att ta emot tappen ifrån centrumaxeln. Locket har ett pajformat hål i ena sidan som matchas upp till inloppet när behållaren ska fyllas på.

Genom att köra motorn framåt eller bakåt går det att styra vart hålet i locket ska ta vägen. När paddlarna passerar över utloppshålet kommer de släppa ifrån sig mat ner till matskålen. Genom att kalibrera matskålen med hjälp av en lastcell varje gång ny typ av mat tillsätts går det att veta hur mycket mat som levereras ner till matskålen.

4.6 Vidareutveckling

För att optimera det slutgiltiga konceptet så genomfördes en idégenerering där konceptets egenskaper studerades för att lättare hitta dess brister. Tankegången var att då hitta områden för möjlig förbättring samt minimering av konceptets komplexitet. I vidareutvecklingsstadiet hanterades även valet av material för den funktionella prototypen.

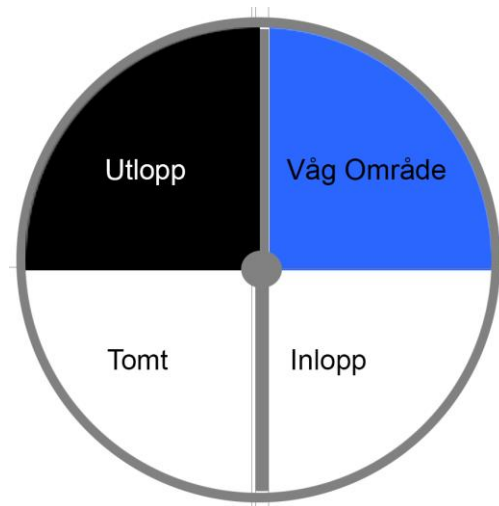
4.6.1 Det vidareutvecklade konceptet

Ytterligare vidareutveckling genomfördes på konceptet genom en brainstorming, stort fokus lades på att förenkla geometrin (minskning av ingående delar) samt komplexitet. Gruppen tog fram ett flertal idéer som noga jämfördes med det slutgiltiga konceptet utifrån dess komplexitet samt dess förmåga att mäta mängden mat. Ett flertal av idéerna kunde kombineras med det slutgiltiga konceptet för att ta fram ett bra slutkoncept. Resultatet blev ett koncept som består av 6 ingående detaljer: en behållare, ett övre fäste, en övre skiva, en nedre skiva, ett utlopp samt en fot.

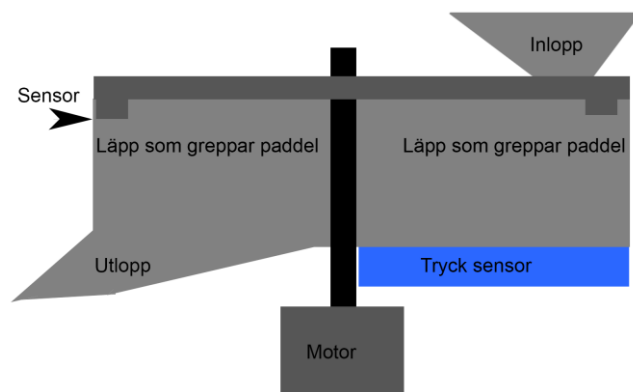
Förenklingar jämfört med koncept 1

- Paddelfunktionen har integrerats in i det övre locket i form av en kub med ett hål för att minimera andelen rörliga delar i konstruktionen
- Behovet av en växellåda eliminerad ur konstruktion
- Vågområde tillagd som extra doseringsmetod
- Funktion för att låsa lock och behållare eliminerad
- Ett övre fäste är tillagt för att montera på behållaren samt centrera axeln från motorn till den övre skivan
- En fot designades för att montera upp motorn samt för att höja upp konstruktionen från marknivå.

Skisser som skapats under brainstormingen visas nedan. Utifrån skisserna kan det vidareutvecklade konceptet urskiljas från det ursprungliga, koncept 1 (Bilaga E). Dessa skisser framtagna i Paint gjorde det lättare att utveckla det slutliga konceptet i CATIA V5, en 3D-modelleringsapplikation, där utseende och proportioner kontrollerades mot befintlig kravspecifikation. Figur 26 är en grovskiss på den nedre skivan, i bilden går det att se hur gruppen har tänkt att uppdelat ytan innanför den nedre skivan i olika zoner. Figur 26 visar en vy på konstruktionen från sidan exklusive fot detaljen.

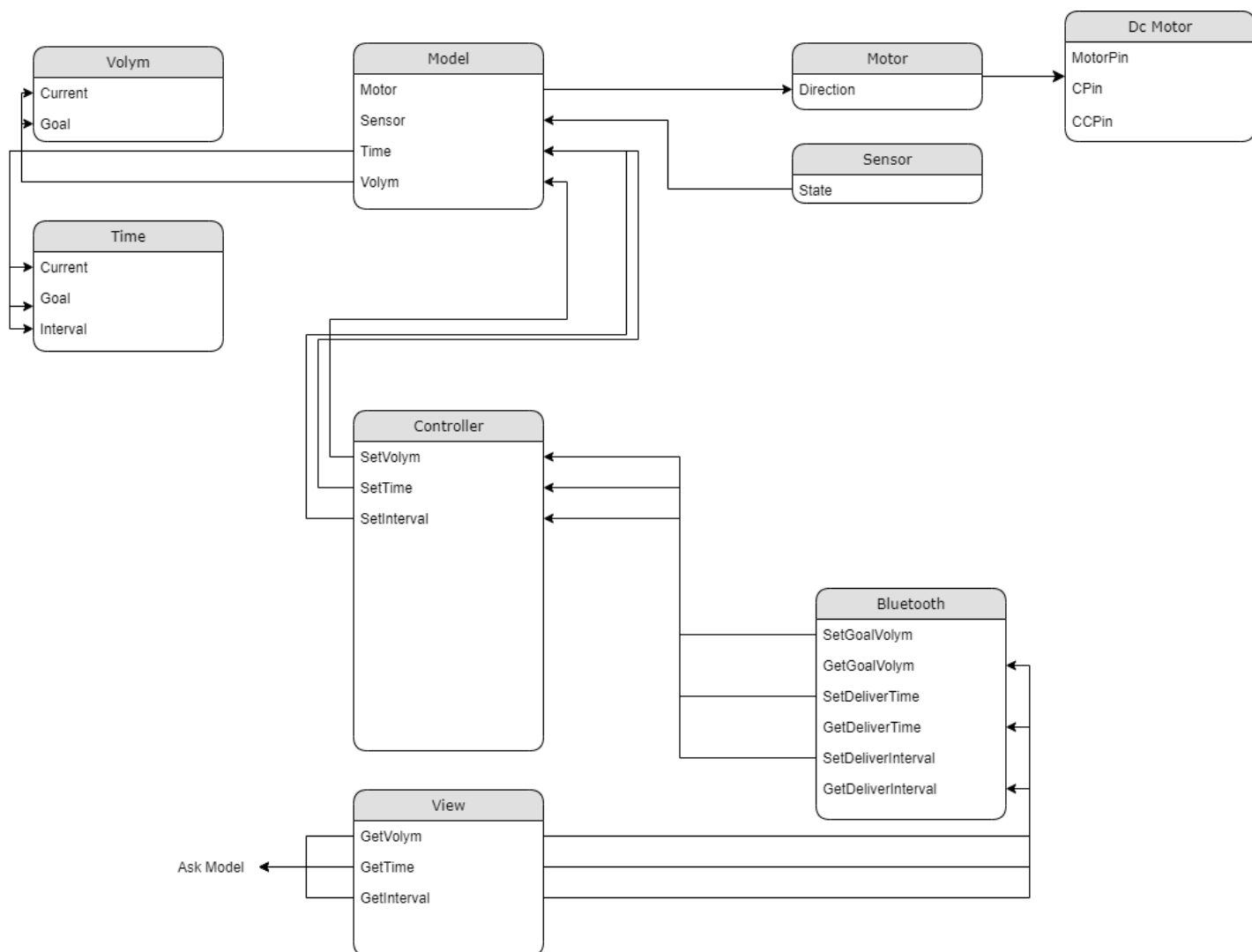


Figur 26: vy från ovan



Figur 27: vy från sidan

Innan konstruktionen utav styrprogrammet startades gjordes en nedbrytning utav vilka funktioner det skulle ha och vilka delar som behövde byggas detta vissas i figur 28.



Figur 28: Funktionsnedbrytning

Bilden visar de tre grundstyrblocket för den tänkta koden Model, Controller och View. Model håller koll på den data som sensorer registrerar samt den mängd, när mat ska levereras. Controller håller reda på de inputs som användaren skickar in och triggar när Model ska uppdateras. View skickar data till mobilappen för visning hos användaren. Koden är tänkt att byggas upp genom objekt och ska därför bli lätt att expandera och byta delar i.

4.6.2 Materialval

Val av material har en stor inverkan för Husdjursmatarens funktion, därav är det viktigt att använda sig av rätt material för applikationen. Materialvalet får inte ha skrovlig ytfinish så att materialet inte bromsar transporten av mat igenom processen från behållare till skål. Materialet måste vara säkert vid hantering av mat så att maten inte förorenas eller blir skadlig för husdjuret.

Då det framtagna slutkonceptet bygger på en lösning som klarar av de framtagna funktionskraven, samtidigt vara relativt lätt viktmässigt för att kunna förflyttas i hemmet är det viktigt att materialvalet stödjer dessa krav på ett bra sätt. Eftersom prototypens ingående delar skall framställas via en additiv tillverkning metod (3D Printing) är det viktigt att hitta ett material som klarar att sammansättas genom AT-teknologi samt finns tillgänglig för processen för tillverkning (Johannesson et al., 2013).

3D printern som är åtkomlig för projektet använder polymerer som material vid tillverkning, därav begränsas val av material.

För att kunna studera relevanta polymerer för applikationen gjordes en internetsökning efter vanligt förekommande polymerfilament för 3D Printing. Sedan användes databasen GRANTA EduPack (GRANTA EduPack, 2020) för att filtrera bort material som inte klarar temperaturskillnader vid tex diskning av ingående delar eller om det är skrovlig ytfinish som inte går att slipa utan att materialet förlorar sin hållfasthetsförmåga. Efter avläsning av data som togs fram i GRANTA EduPack jämfördes de kvarstående materialen med de vanligaste polymerfilament som finns (bilaga G). Nedan listas de kvarstående materialen efter avläsning i GRANTA EduPack:

- ABS (Akrylnitril-Butadien-Styren)
Ett material som är återvinningsbart till 99% (GRANTA Edupack), tål temperaturskillnader, kan vara väldigt hållfast beroende på kvalité och som ofta förekommer i vardagsprodukter så som till exempel datorer, mobiltelefoner, instrumentpaneler i bilar och mycket mer.
- PET (Polyetentereftalat)
Är ett material som ofta används vid förvaring av kyllda vätskor, kläder samt transparanta filmer. Materialet är återvinningsbart till 100% enligt GRANTA EduPack, Nackdelen är det en ändlig resurs som anses vara en miljöfara vid för hög konsumtion. PET plast är lämplig att använda i förvaringssyfte av mat i kallare klimat ända fram till rumstemperatur dock är materialet inte lämpligt att använda vid högre temperaturer tex i en diskmaskin då materialet kan avge gifter till födan efter rengöring. Materialet förlorar även sin hållfasthetsförmåga vid ytpolering.
- PLA (Polylaktid)
PLA är en förnybar resurs som inte är oljebaserat till skillnad från PET samt ABS plast utan materialet tillverkas främst av glukos från majsstärkelse enligt GRANTA EduPack. Materialet används i stor utsträckning för engångsartiklar så som livsmedelsförpackningar, plastbestick och mycket mer (Guide för Bioplaster s.33). PLA används även vid kirurgiska implantat då kroppen efter tid kan bryta ner plasten utan att behövas opereras ut vid senare tillfälle. Materialet klarar även temperaturskillnader bättre än PET plast samt att materialet kan återanvändas vid rengöring då det inte avger några gifter som kan förorena födan innanför behållaren.

Efter avläsning samt faktasökning om materialen i GRANTA Edupack programmet gjordes en internetsökning FDA:s (U.S FOOD & DRUG ADMINISTRATION, 2020) samt EUR-lex (EUROPEISKA UNIONEN, 2011) hemsida för att få en djupare förståelse om materialegenskaperna vid kontakt med föda. Efter djupare inläsning kan slutsatsen dras att både ABS plast samt PET plast behöver vidare bearbetning efter utskrivning för att användas vid kontakt med föda, de behöver ett litet lager ”klarlack” för att hålla inne gifter som materialen kan släppa. ABS plasten kan släppa ut substans (styrenmonomer) som är ett gift som anses vara cancerframkallande vid felhantering, dock är mängden substans långt under vad FDA anser vara farligt. PET plast är ett material som enligt EUR-lex inte avger några kända gifter vid rumstemperatur, dock är materialet väldigt svårt att rengöra då det vid kontakt med värme (tex vid diskning) kan avge antimon, ett gift som ibland kan förekomma i mat som i sin tur kan orsaka magproblem hos den som konsumerar födan. PLA plast är enligt GRANTA EduPack samt FDA:s hemsida det enda materialet som är säkert vid mathantering utan någon extra bearbetning då materialet har sitt ursprung från majsstärkelse, dock är det viktigt att använda rätt sorts PLA plast vid 3D Printing, materialet skall enligt FDA:S hemsida inte ha tillsatser som giftiga färgämnen eller extra tillsatser för att öka hållfastheten hos materialet.

Utifrån given data samt en miljöaspekt anser gruppen att PLA filament ska användas vid 3D Printing av prototypen då materialet gör minst skada på natur samt minskar risken för biverkningar på födan.

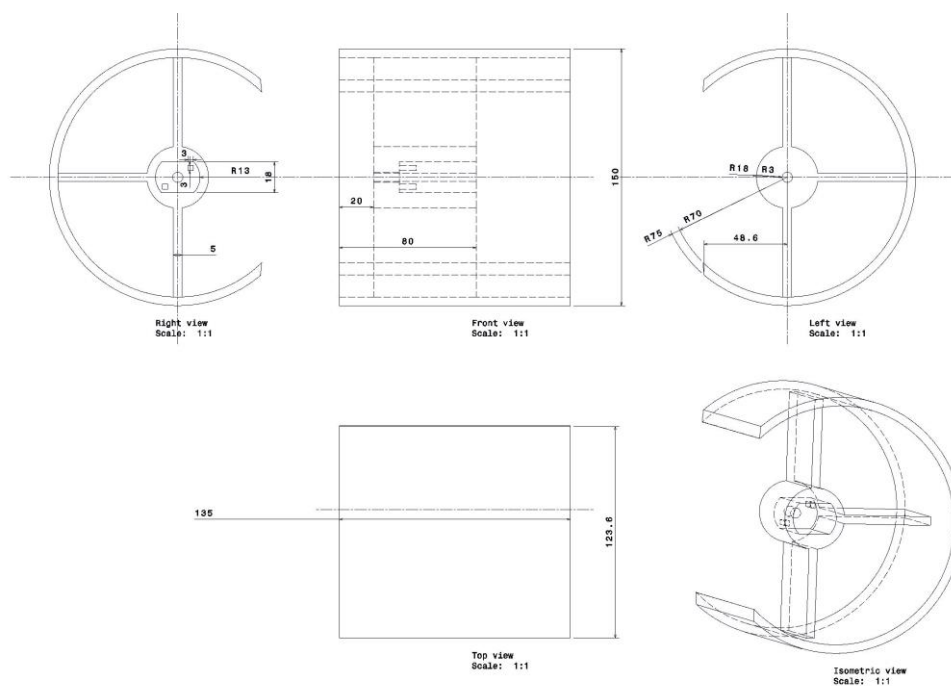
4.6.3 Funktionsmodell

För att skapa en funktionell fysisk modell skapades digitala modeller av slutkonceptet i CAD. Med hjälp av programmet CATIA V5 kunde detaljerna modelleras, måttsättas och testas innan framtagning, vilket påskyndar processen samt minimerade mängden spillmaterial. Detaljritningarna nedan är en sammanställning av ingående delar konstruerade i skala 1:1 (millimeter) dock är dessa inte i verklig storlek i rapporten. Slutkonceptet består av 6 detaljer, detaljritningarna nedan är sorterade i placeringsordning på konstruktionen från grunden till toppen. Bilder på de fysiska detaljerna finns med i Slutkonstruktionskapitlet, kapitel 5.1.

Detaljritningar

Foten

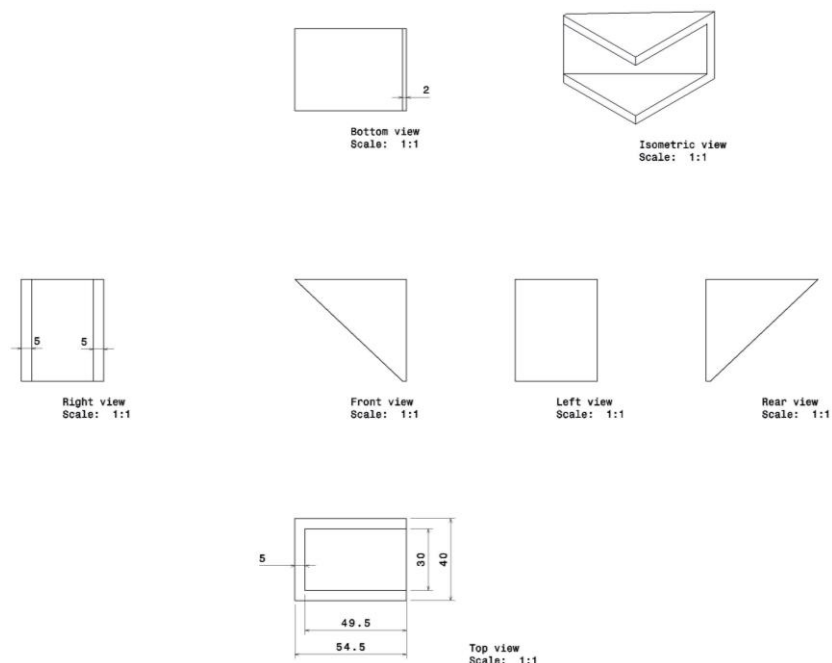
För att skapa ett utrymme för att ställa en matskål nedanför utloppet gjordes valet att höja konstruktionen med hjälp av en fot. Foten designades på ett sätt så att den inre geometrin ger ett skyddat utrymme för all hårdvara samt fungera som ett motorfäste för en DC motor medan den yttre geometrin är designmässigt tilltalande. Motorn fästs i mitten av foten med hjälp av en fördjupning i konstruktionen så att den hamnar på önskad plats mot axeln. I fördjupningen finns två små pelare för att skapa ett luftområde för motorn och kablage samt ett genomgående hål i mitten för att dra igenom kablaget. Foten kommer höja prototypen 13,5 cm från golvnivå. Figur 29 visar detaljritningen för foten.



Figur 29: Fot

UTLOPP

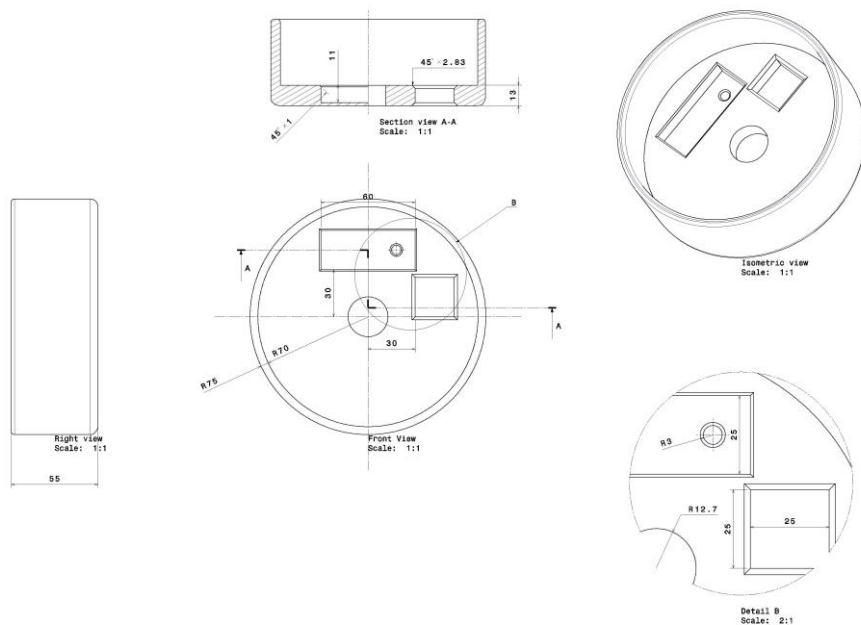
Utloppets funktion är att vinkla samt sakta ner maten som faller ner från nedre skivan till matskålen. Utloppet vinklar maten 45 grader mot matskålen och har en inre diameter på 30 mm för att sakta ner födan utan att fastna i systemet. De övre väggarna på detaljen har fem millimeter tjocka väggar för att ha en stor yta att limma vid utloppshålet på den nedre behållaren. Detaljritningen nedan figur 30 visar hur detaljen är konstruerad.



Figur 30: Utlopp

NEDRE SKIVAN

Den nedre skivan sitter fastlimmad mot fot detaljen, syftet med denna del är att stoppa maten från att rinna igenom produkten när mat inte skall levereras. I den nedre skivan finns ett centrumhål med radien 12,7 mm för den genomgående axeln, ett utloppshål på 25 x 25 mm samt en fördjupning som är 60 x 25 x 11 mm för ett integrerat vågområde. I vågområdet finns det även ett genomgående hål med radien 3mm för kablage till vågsensorn. En våg används i produkten för att säkerställa att rätt mängd mat levereras vid varje portion. Det inre djupet på den nedre skivan är uträknad utifrån volymen som krävs för att kunna leverera 10 gram mat vid varje cykel. Detaljritningen nedan, figur 31, visar nedre skivans geometri

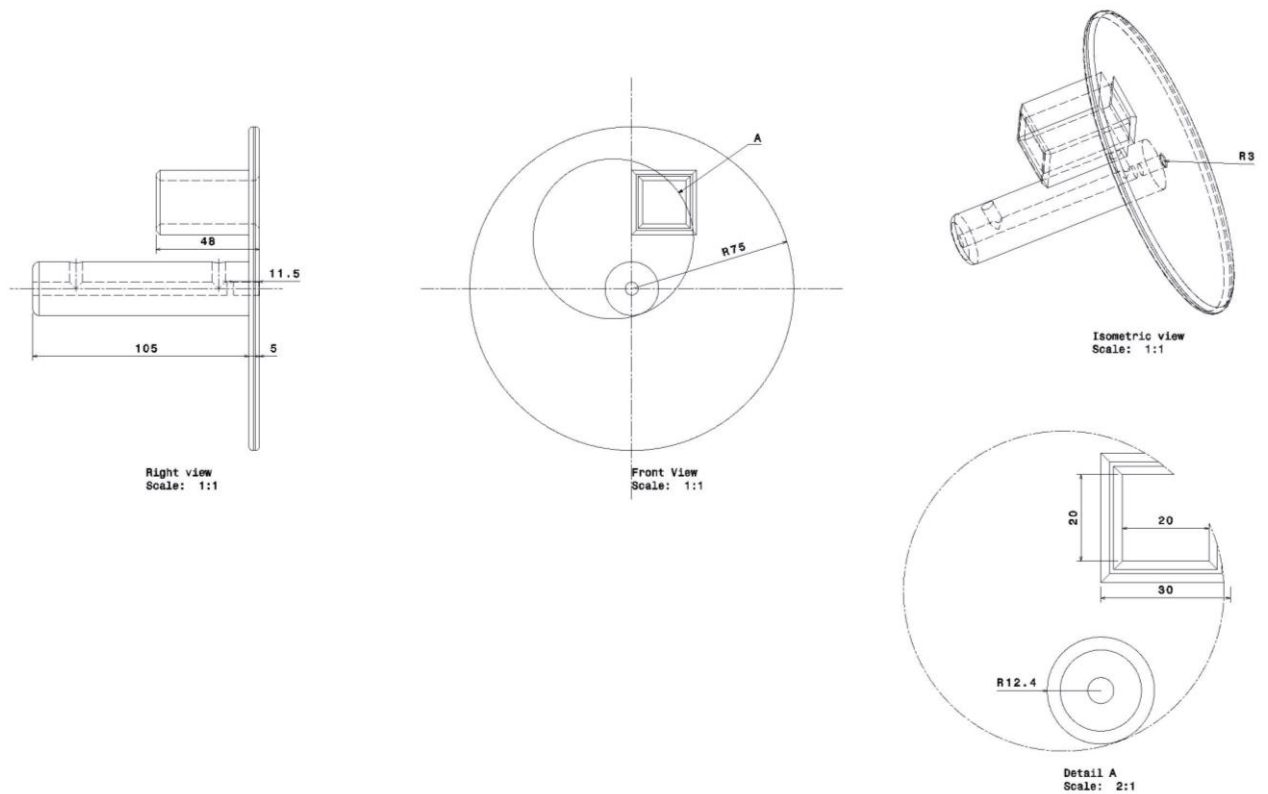


Figur 31: nedre skivan

ÖVRE SKIVA

Den övre skivan är den enda rörliga delen i konstruktionen, denna detalj innehåller en centrumaxel med radien 12,4 mm och längden 105mm som går igenom den nedre skivan till motorn som är fäst i foten. I centrumaxeln finns tre hål med radien 3, ett hål i botten för motorn och två i sidan för genomgående kablage för sensorer. I övre skivan finns ett transportkärlet som är kubformat, transportkärlet fungerar som en integrerad paddelfunktion och därmed ersatte paddeln i koncept 1 (bilaga E). Transportkärlet transporterar maten från inloppet till utloppet igenom vågområdet och volymen på transportkärlet är beräknat utifrån volymen på 10 gram kattmat vilket är ca 20 x 20 x 48 mm.

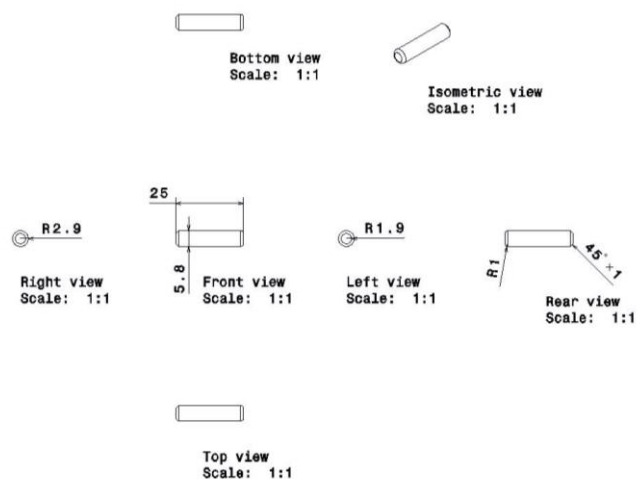
På toppen av den övre skivan finns en plan yta som fungerar som ett lock för att maten inte skall rinna in i systemet när produkten inte används, på toppen finns även ett centrumhål med radien 3mm för insättning av en styrpinne (Figur 33) för att centrera axeln i produkten.



Figur 32: övre skivan

Styrpinne

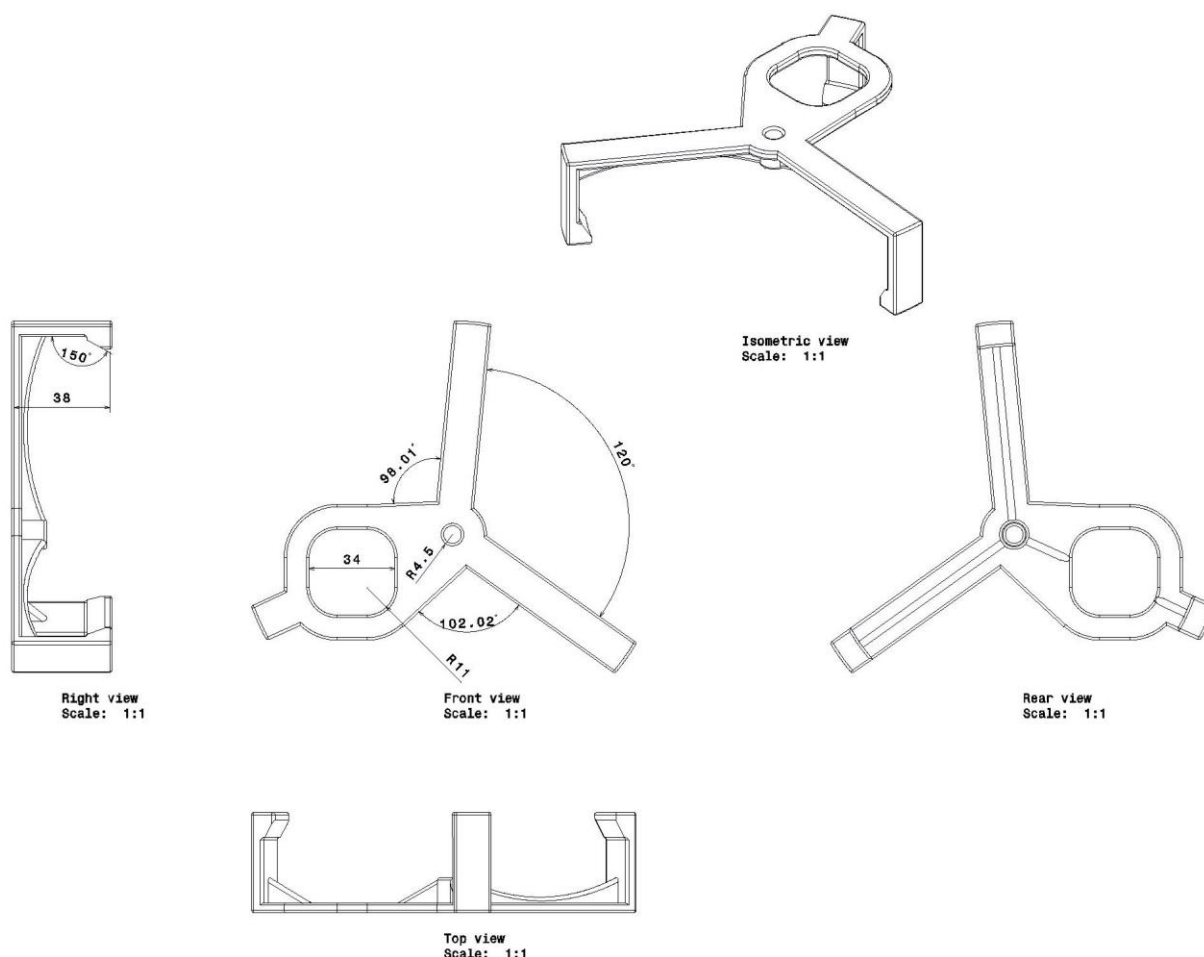
Styrpinnen fästs mellan den övre skivan och övre fästet. Detta görs för att centrera den övre skivan så att motorn inte överansträngs och slits ut i förtid, figur 33.



Figur 33: Styrpinne

Övre fäste

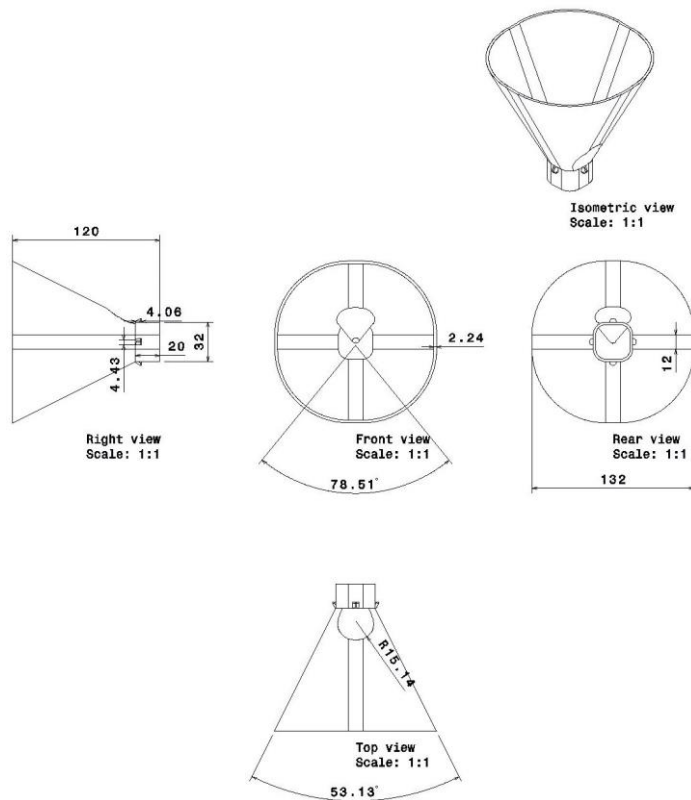
Övre fästets syfte är att fästa samman behållaren med övrig konstruktion samt att centrera den. De tre ”tänderna” på det övre fästet limmas samman med den nedre skivan, därav är längden på tänderna 38mm. Styrpinnen i figur 33 skall gå igenom centrumhålet på det övre fästet. Behållaren limmas fast i det större hålet, hålet är anpassat för att spegla behållarens geometri med en fyrkantig form längden 34mm med avsmalningar i dess yttre kanter radien 11, figur 34.



Figur 34: Övre fäste

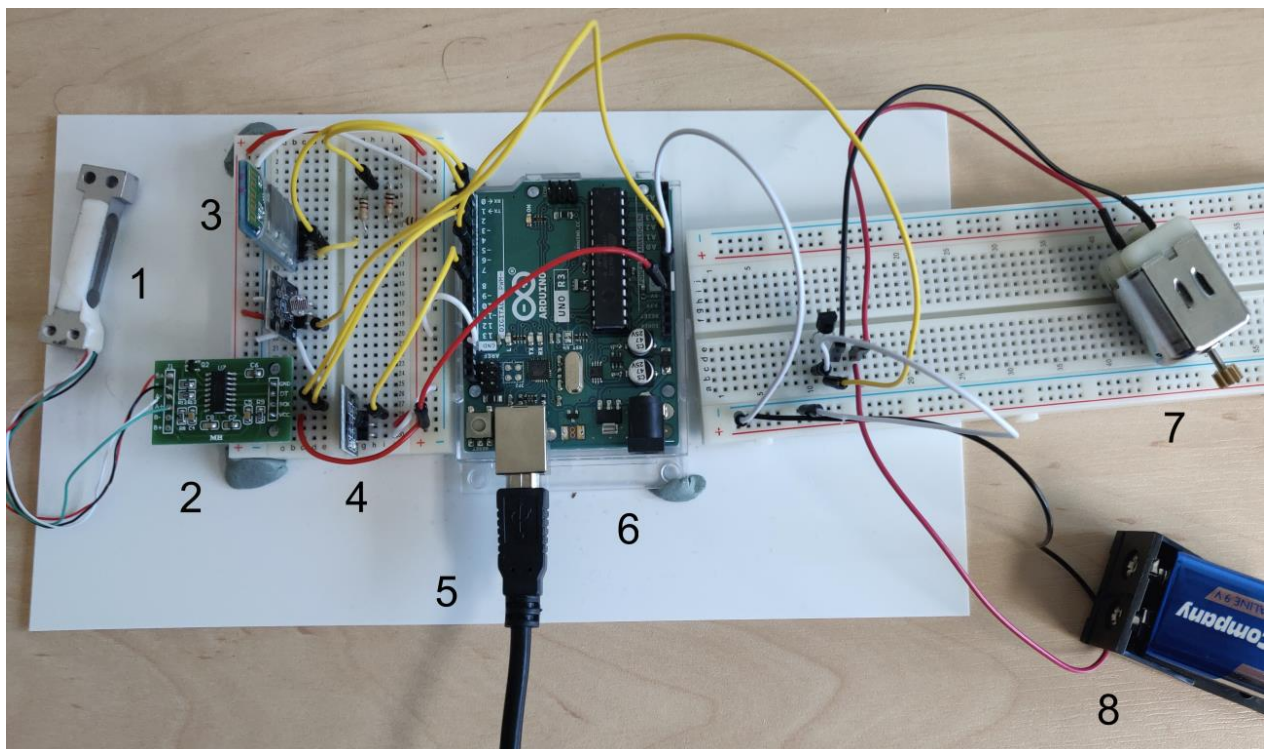
Behållare

Behållaren är pyramidformad så att födan ska rinna ner med hjälp av tyngdkraften utan att fastna i själva behållaren. Den inre volymen är utformad i ett testsyfte, den verkliga produkten kommer designas för att innehålla föda för ca 4 dagar. I botten på behållaren finns en kon med vinkeln 78 grader samt ett hål med diametern 32mm. Syftet med konen är att sprida ut vikten i behållaren för att minimera risken att krossa födan samt motverka inbromsning, figur 35.



Figur 35: Behållare

Före montering i prototyp testades de olika sensorerna och programmeringskoden via en testuppkopplad modell, figur 36. I denna modell var inte motorstyrningen korrekt uppkopplat utan motor kunde endast köras åt ett håll.



Figur 36 Testuppkoppling

Från vänster i figur 36 ses markerad som 1 lastcellen, 2 Lastcellsförstärkaren HX-711, 3 Bluetoothenheten HC-06, 4 hallsensor, 5 sladd för programmering av Arduino, 6 Arduino, 7 DC-Motor, 8 ett 9 Volts batteri den framtida kraftkällan.

Den mekaniska processen styrs av en mikrokontroll som med hjälp av sensorer ser vad som levererats. Den sätter också värdena för mängden mat som ska levereras. Den styr även motorn. Mikrokontrollerna har kontakt med användaren via androidapp styrd av Bluetooth.

Funktionen ser ut som följande. Maten kommer in i konceptet via inloppet. Disken roterar över vågområdet där mängden mat mäts i gram. Maten levereras till utloppet. Allt återställs och ny mat släpps in i behållaren. Detta repeteras till levererad mat är lika med beställd mat.

De kritiska funktionerna som identifierats är:

1. Centrumaxel rotation med hjälp av DC-motorn
2. Påfyllning/tömning av transportbehållare
3. Tidshållning för matutlämning

5. Resultat

5.1 Slutkonstruktion

Under arbetet med att skriva ut och testa kod samt mekaniska delar framkom en del problem. Dessa förändringar listats nedan:

- Stöd för behållare limmades på utsidan av prototypen
- Fysiska rotationsstopp sattes in i chassit
- Extra enpolsknapp sattes på strömkabel till Bluetooth enhet
- ABS plast användes för att bygga en framsida på prototypen
- Mattransportören passerar över viktsensorn utan att stanna
- Behållaren ändrades för att mat lättare skulle lämna den.
- Viktsensor för att mäta om det finns mat kvar i skål borttagen
- Diverse återkopplingar till applikationen från mikrokontrollerna så som klämlarm och matslutsalarm

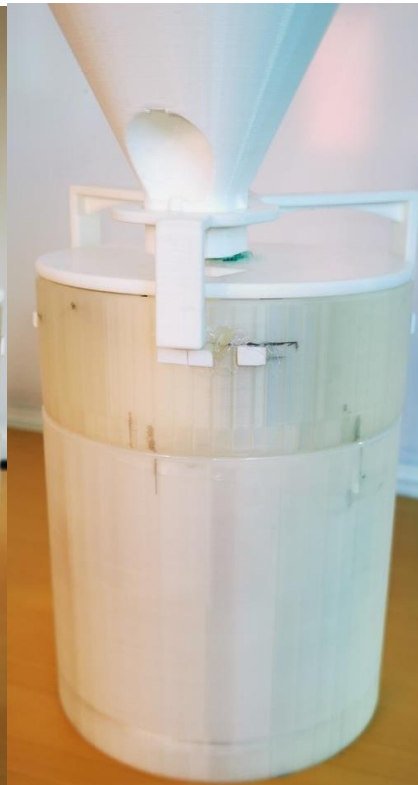
Dessa förändringar gav en slutkonstruktion som består av en matbehållare med matningshåll i botten. Detta matningshåll är öppet när transportkärlet befinner sig i "hämta mat läge" och stängt resten av tiden. Transportkärlet har en hallsensor monterad på sig som kan känna av de två lägena "hämta mat" och "lämna mat", dessa lägen är begränsade av eftermonterade stopp. Transportkärlet är en del av en skiva monterad på en centrumaxel som drivs runt av en motor placerad i botten. Centrumaxeln med skivan vilar i en behållare som innehåller lastcellen som kontrollerar hur mat som delas ut. Under rotation av axeln kommer transportbehållaren med maten passera över lastcellen och den kommer rapportera vikten till mikrokontroller som kommer behålla det högst uppmätta värdet. När transportbehållaren befinner sig i läge "lämna mat" kommer maten åka via pålimmad bana till en vanlig matskål placerad framför prototypen. Hela den aktiva delen av konstruktionen vilar på en 15 cm hög fot i vilken den styrande mikrokontrollen är monterad. Även Bluetooth enhet, motorkontroller och externa klockan är monterad inne i foten. Prototypen drivs av ett 9 V batteri och ett 1.5 V knappbatteri. Det större batteriet driver motor, sensorer och mikrokontroller, det mindre driver minnet i klockan. Se figur 37 - 42



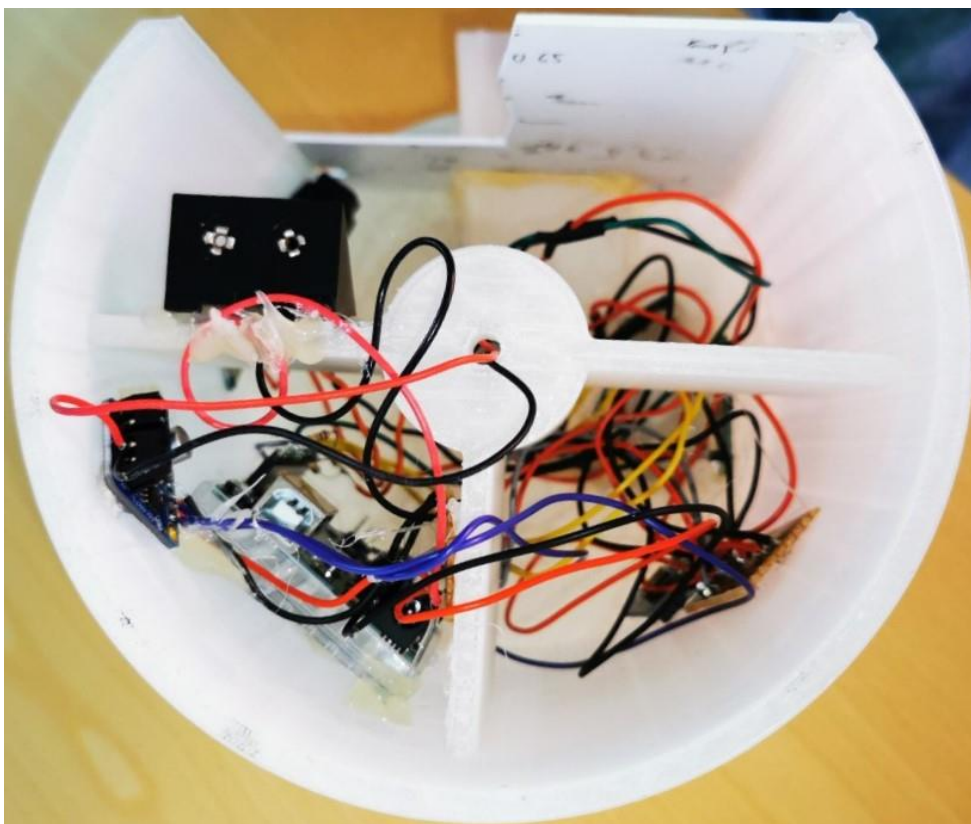
Figur 37: Front



Figur 38: Vänster



Figur 39: Bak



Figur 40: Under

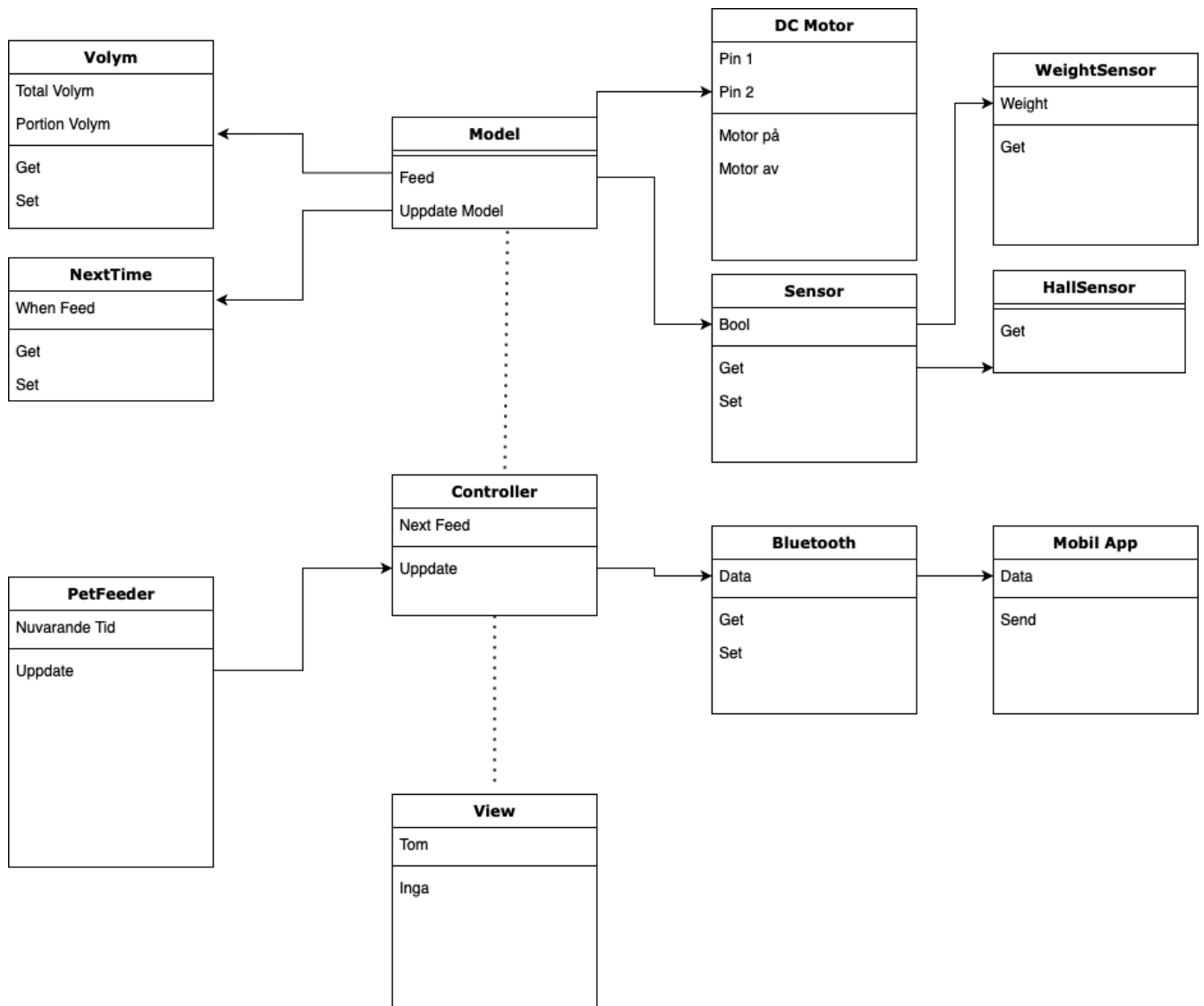


Figur 41: Höger



Figur 42: Över

Den färdiga mjukvaran styrdes av de begränsningar och möjligheter som Arduino klarade av att hantera. Klassen för separat hantering av klockan togs bort och placerades i huvudprogrammet detta för att den inte fungerade som förväntad då den inte var placerad i där. De flesta koderna försensorer och motorer litar på den inbyggda seriell kommunikationen som tillhandahålls av Arduino:s C++ språk.

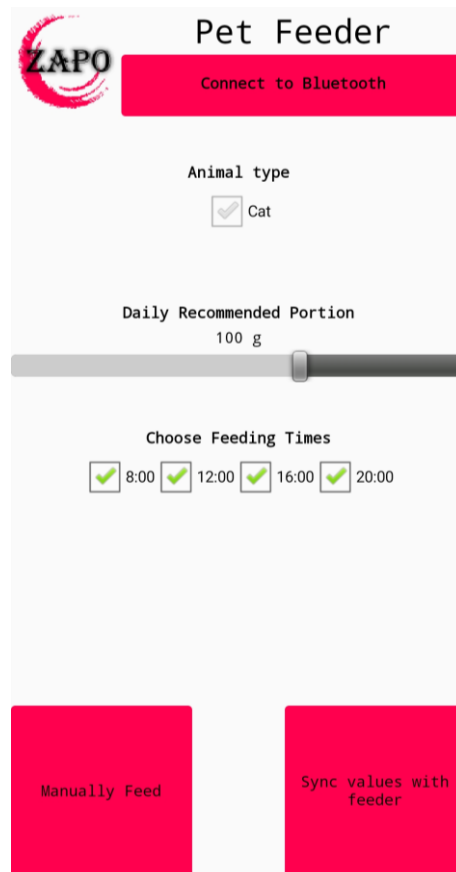


Figur 40: Funktionsbeskrivning

Den färdiga kretsen innehåller två spänningsnätverk ett på 9 V som driver motorn och Arduino. Det andra är på 5 V och driver de övriga komponenterna, hallsensor, lastcellförstärkare, Bluetooth. Den enda förändringen som gjordes mot funktionsmodellen var förändring i motorstyrningen då ett separat motorkontrollkort lades till krets se bilaga H.

Prototypen har skrivit ut genom adaptiv konstruktion och materialet den har tillverkats i är PLA. De lösa plastdetaljerna är av ABS som är färdig gjutet och ska inte kunna komma i kontakt med maten. Kablaget som använts är solida 0.6mm kopparkablar som löts fast där de behövs fästas. Sensorerna och mikrokontrollerna är färdigköpta detaljer och har inte modifierat på något sätt. De elektroniska komponenterna är fästa i produkten med hjälp av smältlimpistol

Den applikation som har designats för att styra prototypen har gått igenom två iterationer och slutresultatet kan ses i Figur 44. Applikationen skickar en textsträng vilket mikrokontrollen sedan tolkar och ställer in sig efter. I den sista versionen finns dolda element för implementering av återkopplingssignaler från prototypen. En guide för att använda programmet finns i bilaga I.



Figur 41: Mobil applikation

5.2 Kundbehovsuppfyllelse

Behov uppfyllelsen har deltestats kontinuerligt under projektet. En sista testomgång genomfördes på hela system innan projektet avslutades.

Husdjursägaren har de flesta av sina krav uppfyllda de som ännu återstår att uppfylla är att försegla prototypen. Detta krav är dessutom lätta att i en framtida prototyp eftermontera och det är inte kritiskt för funktionen. Gröna är uppfyllda, röda icke uppfyllda, grå strukna.

Husdjursägaren

1. Automatisk utdelning av mat
2. Lätt att rengöra
3. Lätt att ställa in dosering
4. Ingen extra kontrollenhet
5. Ett ställe som styr produkt
6. Ta upp liten yta i bostad
7. Förseglad så att maten inte blir dålig
8. Driftsäker
9. Tyst
10. Gå att placera överallt i bostad
11. Möjlighet att schemalägga matutdelning
12. Larva vid fel eller tomt
13. Lätt att installera

Återförsäljarens krav är inte lösta och finns därmed stor utvecklingspotential för fortsatt utveckling av prototypen. Pris, marginal och reklameringsgraden kommer i så fall driva valet av komponenter som vidare driver hur implementationen går till.

Återförsäljare

1. Rimligt pris från oss
2. Bra vinst på försäljning
3. God tillgång på produkt
4. Få reklamationer
5. Reservdelar

Miljöaspekterna har spelat stor roll för hur prototypen har tagits fram, detta gör att dessa krav har uppfyllts helt. Dessa krav är ständigt närvarande och om designen förändras behövs hänsyn tas för att fortfarande uppfylla kraven.

Miljö

1. Material som används vid AT skall ha så liten miljöpåverkan som möjligt
2. Prototyper ska inte skapa överdrivet mycket spillmaterial
3. Produkten ska inte vara giftig
4. Produkten ska minska matsvinn, genom att ge rätt mängd mat till husdjuret

För de djur som kommer komma i kontakt med produkten kommer den att fungera väl och det gör att vi kan konstatera att alla krav är uppfyllda.

Djuret

1. Låg ljudvolym
2. Lätt att komma åt mat
3. Fräsch mat ska delas ut flera gånger per dag

5.3 Kravuppfyllelse tester

Även kraven och önskemålen har testats på samma sätt som behoven. För att se vilka krav som uppfyllts och vilka som inte klarat av att uppfyllas går vi igenom de 25 kraven och de önskemål som ställdes i början av projektet. Gröna är uppfyllda, röda icke uppfyllda, grå strukna.

Tabell 10: Kravuppfyllelse

Krav 1	Ska kunna kontrollera mängd mat som levererats
Krav 2	Mat mängd som ska levereras ska kunna ställas in
Krav 3	Matskål ska vara lätt att komma åt
Krav 4	Ska inte krossa mat
Krav 5	Ska kunna leverera tillsagd mängd mat
Krav 6	Standby tiden skall vara ca en månad beroende på antal doseringar
Krav 7	Ska inte läcka mat till matskål
Krav 8	Ska drivas av motor
Krav 9	Ska kunna styras med mikrokontroller
Krav 10	Behållaren ska kunna motstå vätska som spills på den

Krav 11	Behållaren ska kunna fyllas på
Krav 12	Behållaren ska kunna tömmas
Krav 13	Ska kunna larma då behållaren blir tom
Krav 14	Vikt ska inte påverka funktion. Varken självsnurr eller fastna med full behållare.
Krav 15	Anordning ska kunna fyllas på kontinuerligt
Krav 16	Kunna räkna antal varv. I det fallet då funktionen använder sig av en process som behöver det.
Krav 17	Ska kunna larma då funktion inte fungerar
Krav 18	Larm vid kommunikationsfel
Krav 19	Larma vid låg mat-nivå till ägare
Krav 20	Larma vid generella fel
Krav 21	Kunna justera värdena för dosering
Krav 22	Återställa larm
Krav 23	Funktionstest, Prototyperna ska göra de, de är designade för
Krav 24	Mängdtest, Prototyperna skall klara 100 cykler av funktion
Krav 25	Material i produkt ska vara godkänt i mathantering

Tabell 11: Önskemåluppfyllelse

Typ	Beskrivning
Önskemål	Lätt att leverera beställd mängd mat. Ingen överleverans eller underleverans. Noggrannhet +/- 2g.
Önskemål	Behållaren skall hålla maten fräsch. Med andra ord tätt i lock och leveransdel
Önskemål	Ska lätt kunna flyttas till vilken plats som helst i hemmet.
Önskemål	Ljud-test, Prototyperna skall inte ge mer än 60 dB ifrån sig
Önskemål	Lätt att byta delar så att produkten får lång livscykel

Kravsammanfattning

När de krav som inte uppnått analyseras kan det se ut att två av dessa relaterar till matfräschhet i behållaren samt matpåfyllningslarm. Dessa funktioner har nedprioriterats i prototypen då den ansett vara för grov för att implementera detta. Prototypen har en fast storlek på transportbehållaren vilket gör det svårt att uppfylla önskemålet om noggrannhet. Eftersom detta är en grov prototyp har önskemålet om fräschhet och lätthet att byta delar ignorerats. Variablerna för att skicka larndata till användaren vid fel finns i systemet men är inte synliga mot användaren. Vid test av prototypen upptäcktes att motorn var underdimensionerad och inte orkade driva den färdiga prototypen vilket gjorde att den missade funktionskravet. Detta misstänks bero på de kablage som går igenom centrumaxeln. Då funktionen inte fungerar betyder det att inga mängdtester kunde genomföras.

6. Diskussion

Resultatet har varit en noga utstuderad resa där kreativa samt systematiska metoder använts för att komma fram till en prototyp. Dessa metoder har fungerat väl på vissa områden och sämre på andra. För att komma fram till vad som fungerat bra och mindre bra måste diskussionen börja vid slutresultatet. Kapitel 5.2 beskriver vilka krav som projektet prototyp lyckats nå. De krav som projektet valde att inte slutföra "Krav på kommunikation" var för ambitiösa krav på ett projekt av denna längd och omfattning.

I kapitel 4.6.1 förklaras vidareutvecklingen och den avslutas med att identifiera 3 kritiska komponenter för att prototypen ska lyckas.

1. Centrumaxel rotation med hjälp av DC-motor
2. Påfyllning/tömning av transportbehållare
3. Tidshållning för matutlämning

Av dessa har prototypen lyckats lösa 2, påfyllning och tömning av behållare samt tidshållning för matutlämning. Den 3:e kritiska komponenten som projektet faller på är rotation av centrumaxel med hjälp av motor. Problemet med den lösning som projektet valde att genomföra är att den är beroende av att motorn placeras centralt och att hela vikten av den rörliga delen placeras på den. Det problemet kan kanske lösas genom en lättare rörlig del eller större motor. En annan lösning hade kunnat vara att ersätta den enda sensorn som är placerad på transportkärlet med två ändsensorer av samma typ, en sådan lösning hade fört med sig att prototypen hade vetat i vilken ände den befann sig. Ett annat problem med den valda lösningen är att det är svårt att byta ut delar, detta hade varit bra för mer flexibilitet i prototyputvecklingen. Det som är bra med prototypen är att den rent mekaniskt lyckas hämta och lämna mat från behållaren till matskålen. Den bakomliggande koden fungerar och lämnar i tester de förväntade svaren vid en given situation och valet att låta användaren styra prototypen via en applikation fungerar över förväntan och minskar delarna som måste finnas på prototypen.

En stor hänsyn togs till miljöaspekten för prototypen, detta var viktigt för att kunna ha möjlighet att kunna testa prototypen i verkligheten. Dessa tester kunde inte genomföras men om det hade gjorts hade maten som levererats inte varit giftig. Dessutom är det valda materialet PLA tillverkat av majsstärkelse vilket är en förnybar resurs, det är mycket lämpligt vid prototypframställning eftersom en prototyp sällan har en lång livstid.

Projektet visualiserades en prototyputvecklings fas med flera olika prototyper i snabb följd. Detta kunde inte realiseras då ovana med 3D-skrivare och långa utskriftstider satte stop.

Det den systematiska metodens fördelar är att den tvingar användaren att betrakta sina val utifrån så objektiva grunder som möjligt och den fördefinierade arbetsgången, gör det enkelt att hålla uppe tempot i processen. Nackdelarna är att det är svårt att hitta rätt första gången då det är lätt att över eller undervärdera hur bra ett koncept klarar av kraven när matriser används.

Tre frågor ställdes också i början av projektet har dessa besvarats?

- Huvudfrågan vi ställer oss är vilket är det bästa sättet att dela ut en viss mängd mat på en bestämd tid?

- Vi ställer oss även frågan hur djuret reagerar på de mekaniska delar, t.ex. motorn, och de ljud de avger.
- Till sist frågar vi oss hur stor yta produkten får ta i hemmet med avseende på maximal inre volym och minimal yttre?

Svaret på vår huvudfråga är att det finns flera sätt att dela ut mat på och det valda sättet att dosera har sina fördelar, som låg komplexitet och få rörliga delar, men det har även nackdelar så som diskuterades tidigare i kapitel 6. De ljud som prototyp ger ifrån sig är låga nåstans kring vanlig konversations nivå detta borde djur inte reagera negativt på. Eftersom prototypen inte lyckades köra mängdtester har inga observationer genomförts som kan bekräfta denna tes. Vi har genom prototypen kunnat konstatera att en storlek på 15 cm diameter och 35 cm i höjd är smidigt. Även om det skulle läggas till en större behållare som bygger upp höjden till 50 cm skulle den fortfarande vara smidig. Detta beskriver ungefär den yttre volym som känns rimlig enligt oss.

Sammanfattningsvis projektet genomförde på ett strukturerat sätt där tyngdpunkten låg på att ta fram ett rimligt koncept att bygga en prototyp av, detta lyckades projektet med även om prototypen föll på en del val som gjordes när den förenklades.

7. Slutsatser och rekommendationer

Syftet med projektet var att utveckla samt konstruera en automatisk husdjursmatare som tillåter husdjursägaren att kontrollera tid och mängden föda som levereras till husdjuret, då ägaren inte är hemma. För att skapa en funktionell modell skapades ett flertal projektmål vid startskedet. 17 helhetskoncept skapades som systematiskt behandlades i utvärderingsmatriserna.

Utvärderingsmatriserna resulterade i ett slutkoncept, koncept ett. Koncept ett ansågs klara de ställda kraven bäst, dock har konceptet en hög komplexitetsnivå i dess konstruktion. En vidareutveckling genomfördes på konceptet där minimering av komplexitet sattes som fokus, vilket resulterade i det framtagna slutkonceptet.

Slutkonceptet är en husdjursmatare med ett praktiskt gränssnitt och anständig användarvänlighet. Positioneringen av hårdvara i produkten valdes för att uppnå användarvänlig hantering samt för att minimera risken för skador, konceptet ansågs uppfylla de uppsatta projektmålen. Som ett resultat av slutkonceptet genererades digitala 3D-modeller i CAD samt fysiska modeller med hjälp av AT-teknologi. Den fysiska modellen utvecklades med hjälp av befintliga hårdvarokomponenter och dess funktioner i programmeringskod. För att styra funktionerna hos produkten har en Applikation designat och utvecklats.

Genom en marknadsundersökning framkom det att det finns en stor marknad för husdjursmatare med en stor målgrupp som värdesätter tiden de kan spendera utanför hemmet. Av en marknadsundersökning framkom det även att andra produkter avsedda för samma ändamål tog upp onödigt mycket plats i hemmet, samt att dessa behövde en konstant strömförsörjning för att fylla dess funktion. I och med detta ansåg gruppen att det var viktigt att designa en produkt som var designmässigt tilltalande, med dess minimalistiska design och utformning. Ett stort fokus lades på att minimera synliga knappar och kablage.

Syftet med arbetet anses delvis vara uppnått dock har gruppen ett flertal rekommendationer som bör betraktas vid massproducering av produkten. Rekommendationer att betrakta vid ett likartat projekt är att designa produkten med ett större fokus på demontering, detta eftersom gruppens design gjorde det svårare att demontera produkten efter montering. Ett exempel är demontering av motorn från motorfästet. Gruppen rekommenderar även att mindre ändringar införs i den inre designen på den nedre skivan, att mekaniska stopp samt styrpeggar införs för montering.

Fler förändringar att ha i åtanke vid framtagande vid en framtida prototyp:

- PEGGAR och stöd i de olika delarna för att lättare kunna montera, demontera samt centrera maskinen. Här hade vi problem med en för svag motor och avsaknaden av dessa gjorde att det inte bara var att plocka isär och byta motor, utan det krävs en ombyggnation av hela prototypen för att byta.
- Fler funktioner i mobilapplikationen så som, mer återkoppling vid t.ex. larm och stöd för flera djurtyper. Detta för att applikationen ska bli mer användbar för slutkunden och ge mer relevant information till denne.
- Att implementera en viktsensor för mätning av volym i matbehållaren. För att kunna larma användaren när maten i behållaren är slut genom att skicka larm till mobilapplikationen.
- Flera prototyper för att testa skalbarheten på produkten. Utan detta kan produkten inte skalas om mellan t.ex. kattversion och hundversion och utan testprototyper kan detta inte garanteras.
- En enhetlig utsida med lufttäta lock för förlängd mathållbarhet. Om maten kan hållas fräsch behöver användaren inte fylla på den ofta vilket gör en produkt mer attraktiv.

Referenser

Johannesson, H., Persson, J. G., Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design*. (2 uppl.). Liber

Kianian, B., Tavassoli, S., Larsson, T. C., & Diegel, O. (2016). The Adoption of Additive Manufacturing Technology in Sweden. *Procedia CIRP*, 40, 7-12. Hämtad: 2021-02-15. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.036>

FLASHFORGE (2021). *Adventurer 3 Your First 3D PRINTER* [Fotografi]
Hämtad: 2021-02-20. <https://www.flashforge.com/product-detail/3>

FLASHFORGE (2021). *Adventurer 3 Your First 3D PRINTER* [broschyr]. FLASHFORGE
Hämtad: 2021-02-20. <https://www.flashforge.com/product-detail/3>

PTC. (2021). *CAD Software Solutions*. PTC
Hämtad: 2021-02-24. <https://www.ptc.com/en/technologies/cad>

Kočí, J., (2020). *How to make food-grade 3D printed models*. Prusa Printers. Hämtad: 2021-02-24. https://prusaprinters.org/how-to-make-food-grade-3d-printed-models_40666/

Formlabs. (2016). *The Essential Guide to Food Safe 3D Printing: Regulations, Technologies, Materials, and More*. Formlabs. Hämtad: 2021-02-24. <https://formlabs.com/guide-to-food-safe-3d-printing/>

3D Learning Hub. (2017). *Food safe 3D printing: Which materials are compatible?*. Sculpteo. Hämtad: 2021-02-25. <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/3d-printing-materials-guide/food-safe-3d-printing-materials/>

Dwamena, M. (2015), *Is 3D Printer Filament Toxic? PLA, ABS & Safety Tips*. 3D PRINTERLY. Hämtad: 2021-02-25. <https://3dprinterly.com/is-3d-printer-filament-toxic-pla-abs-safety-tips/>

Omnexus. (2019). *Polyethylene Terephthalate (PET): A Comprehensive Review*. Specialchem. Hämtad: 2021-03-02. <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyethylene-terephthalate-pet-plastic#Recycling>

Trombetta, D. (10 juni 2016). *The Tricky Business of Choosing Plastic for Food Contact Applications*. The Weekly Pellet. Hämtad: 2021-03-03. <https://weeklypellet.com/2016/06/10/the-tricky-business-of-choosing-plastic-for-food-contact-applications/>

Ronneby kommun. (2016). *Guide för bioplast - från tillverkning till återvinning* (SOU 2016:1). Cefur. Hämtad: 2021-03-05.
[https://www.ronneby.se/download/18.2375207615dac0245ae3fc9c/1502367767253/Guide%20f%C3%B6r%20Bioplaster%20\(3%20MB\).pdf](https://www.ronneby.se/download/18.2375207615dac0245ae3fc9c/1502367767253/Guide%20f%C3%B6r%20Bioplaster%20(3%20MB).pdf)

U.S FOOD & DRUG ADMINISTRATION. (2020). *CFR- Code of Federal Regulations Title 21* (SOU 2020:177). U.S FOOD & DRUG ADMINISTRATION. Hämtad: 2021-03-09.
<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=177>

EUROPEISKA UNIONEN. (2011). *FÖRORENINGAR- om material och produkter av plast som är avsedda att komma i kontakt med livsmedel* (SOU 2011:10). Europeiska unionens officiella tidning. Hämtad: 2021-03-10.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN>

KiCad. (2017). *About KiCad*. Hämtad: 2021-04-02 <https://www.kicad.org/about/kicad/>

Arduino. (2019). *Arduino IDE 1.8.15 Downloads*. Hämtad: 2021-04-03.
<https://www.arduino.cc/en/software>

Ansys. (2020). *Granta EduPack2020* (Version 20.2.0) [Datorprogram].Cambridge, UK: Granta Design Ansys Granta EduPack

Arduino. (2019), *Uno Rev 3* [Broschyr]. Arduino DOCS. Hämtad: 2021-04-04.
<https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>

Nationalencyklopedin. (2021). *Wheatstonebrygga*. Hämtad: 2021-04-04.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/wheatstonebrygga>

Hall, E. (1879). *On a New Action of the Magnet on Electrical Current*. American Journal of Mathematics, 2(3), 287-292.

Jacobson, S., Widén, L., Osveck, M., (2016). *Don för Mekatronikingenjörsprogrammet*. [Opublicerat manuskript]. Institutionen för elektroteknik, Chalmers tekniska högskola.

Zooplus Magasin. (2018). *Bestäm rätt mängd mat för din katt*. Zooplus Magasin. Hämtad: 2021-04-25. <https://www.zooplus.se/magasin/katt/kattutfoeding/mat-for-din-katt>

BILAGOR

Bilaga A

Bluetoothmodul HC-06

Den tekniska dokumentationen

2. Feature

- Wireless transceiver
 - Sensitivity (Bit error rate) can reach -80dBm.
 - The change range of output's power: -4 - +6dBm.
- Function description (perfect Bluetooth solution)
 - Has an EDR module; and the change range of modulation depth: 2Mbps - 3Mbps.
 - Has a build-in 2.4GHz antenna; user needn't test antenna.
 - Has the external 8Mbit FLASH
 - Can work at the low voltage (3.1V~4.2V). The current in pairing is in the range of 30~40mA.
The current in communication is 8mA.
 - Standard HCI Port (UART or USB)
 - USB Protocol: Full Speed USB1.1, Compliant With 2.0
 - This module can be used in the SMD.
 - It's made through RoHS process.
 - The board PIN is half hole size.
 - Has a 2.4GHz digital wireless transceiver.
 - Bases at CSR BC04 Bluetooth technology.
 - Has the function of adaptive frequency hopping.
 - Small (27mm×13mm×2mm)
 - Peripherals circuit is simple.
 - It's at the Bluetooth class 2 power level.
 - Storage temperature range: -40 ℃ - 85℃, work temperature range: -25 ℃ - +75℃
 - Any wave inter Interference: 2.4MHz, the power of emitting: 3 dBm.
 - Bit error rate: 0. Only the signal decays at the transmission link, bit error may be produced. For example, when RS232 or TTL is being processed, some signals may decay.
- Low power consumption
- Has high-performance wireless transceiver system
- Low Cost

www.wavesen.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
Technology consultant: support@wavesen.com Business consultant: sales@wavesen.com
Complaint and suggestion: sunbirdit@hotmail.com

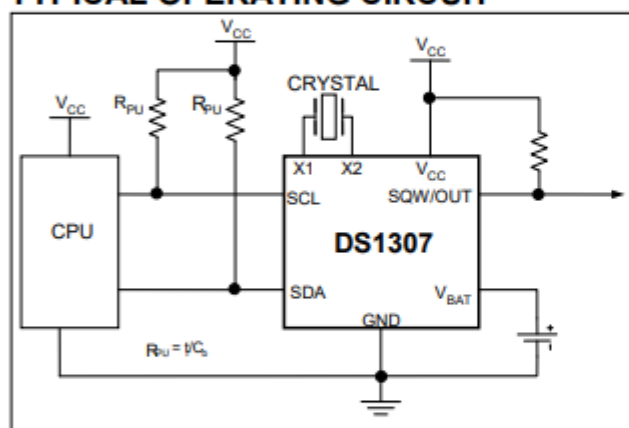
Bilaga B

RTC-modul 1C2 mini DS1307

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

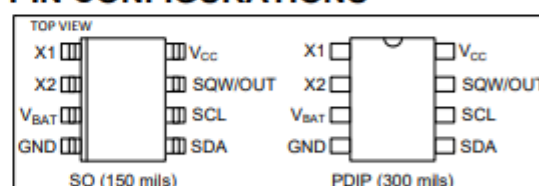
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



BENEFITS AND FEATURES

- Completely Manages All Timekeeping Functions
 - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
 - 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
 - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Port Interfaces to Most Microcontrollers
 - I²C Serial Interface
- Low Power Operation Extends Battery Backup Run Time
 - Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
 - Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- 8-Pin DIP and 8-Pin SO Minimizes Required Space
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C Supports Operation in a Wide Range of Applications
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.

*A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device. Underwriters Laboratories, Inc. is a registered certification mark of Underwriters Laboratories, Inc.

Bilaga C

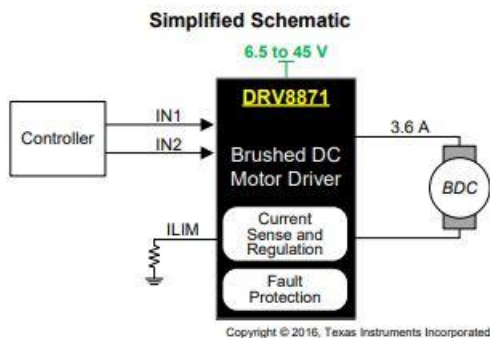
Adafruit DRV8871 Motor Driver

1 Features

- H-Bridge Motor Driver
 - Drives One DC Motor, One Winding of a Stepper Motor, or Other Loads
- Wide 6.5-V to 45-V Operating Voltage
- 565-mΩ Typical $R_{DS(on)}$ (HS + LS)
- 3.6-A Peak Current Drive
- PWM Control Interface
- Current Regulation Without a Sense Resistor
- Low-Power Sleep Mode
- Small Package and Footprint
 - 8-Pin HSOP With PowerPAD™
 - 4.9 × 6 mm
- **Integrated Protection Features**
 - VM Undervoltage Lockout (UVLO)
 - Overcurrent Protection (OCP)
 - Thermal Shutdown (TSD)
 - Automatic Fault Recovery

2 Applications

- Printers
- Appliances
- Industrial Equipment
- Other Mechatronic Applications



3 Description

The DRV8871 device is a brushed-DC motor driver for printers, appliances, industrial equipment, and other small machines. Two logic inputs control the H-bridge driver, which consists of four N-channel MOSFETs that can control motors bidirectionally with up to 3.6-A peak current. The inputs can be pulse-width modulated (PWM) to control motor speed, using a choice of current-decay modes. Setting both inputs low enters a low-power sleep mode.

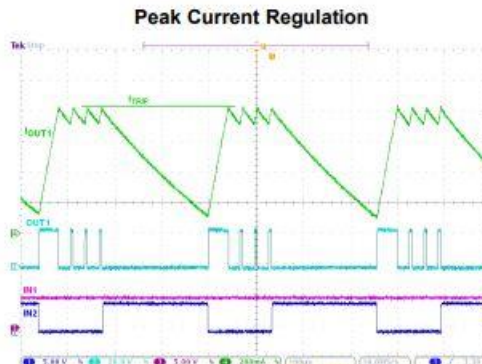
The DRV8871 device has advanced current-regulation circuitry that does not use an analog voltage reference or external sense resistor. This novel solution uses a standard low-cost, low-power resistor to set the current threshold. The ability to limit current to a known level can significantly reduce the system power requirements and bulk capacitance needed to maintain stable voltage, especially for motor startup and stall conditions.

The device is fully protected from faults and short circuits, including undervoltage (UVLO), overcurrent (OCP), and overtemperature (TSD). When the fault condition is removed, the device automatically resumes normal operation.

Device Information ⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
DRV8871	HSOP (8)	4.90 mm × 6.00 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.



Bilaga D

Milstolpar för projektet Projektbeskrivning

Process	Datum klar
Gantt Schema	27/1
Planeringsbeskrivning	27/1
Uppdragsbeskrivning	8/2
Samarbetskontrakt	8/2

Metod

Process	Datum klar
Kravspecifikation	18/2
Kundbehovslistas	15/2
Fri idégenerering	22/2
Morfologisk matris	25/2
Konceptkatalog	2/3
Elimineringsmatris	2/3
Pugh matris	2/3
Kesselringsmatris	8/3
Flödesschema	10/3

Förstudie

Process	Datum klar
Patentsökning	27/1
Marknads produktsökning	14/2
Microkontroll projekt	13/2
Dokumentera Förstudien	18/2

Prototyp

Process	Datum klar
Cad prototyp	4/4
Hårdvaruprototyp	2/5
Mjukvaruprototyp	8/5
Funktionsstruktur	4/4
Avgränsningar	15/4
Vidareutveckling av prototyper	11/5

Kvalitet

Process	Datum klar
Testa System	16/5
Instruktionsbok	18/5

Resurs

Process	Datum klar
Tid 16-18 Veckor	18/5
Beställa delar av Broccoli	1/4

Dokumentation

Process	Datum klar
---------	------------

Skriv in planerings-del i projektrapport	2/2
Skriv in prototyp-del i projektrapport	25/3
Skriv in matriser i projektrapport	10/4
Dokumentera alla idéer som undersöks	17/3
Dokumentera slutgiltig produkt	4/5
Skriv ihop och kontrollera innehåll i rapport	18/5

Opponering

Process	Datum klar
Hitta motpart	30/4
Samställ opponering	25/5

Bilaga E

Detaljritningar för koncept 1

çNedre skivan

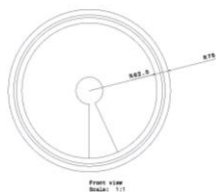


Isometric view
Scale: 1:1

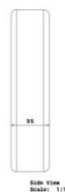


Isometric view
Scale: 1:1

Övre skivan



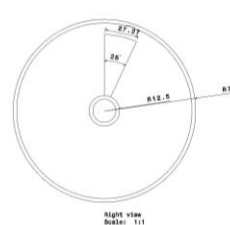
Front view
Scale: 1:1



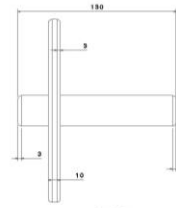
Side view
Scale: 1:1



Rear view
Scale: 1:1



Right view
Scale: 1:1

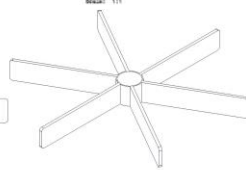


Front view
Scale: 1:1

←Paddel



Isometric view
Scale: 1:1

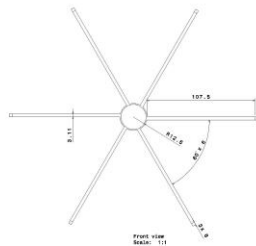


Isometric view
Scale: 1:1

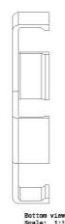
Övre Fäste



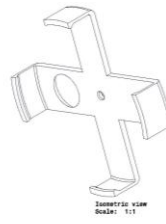
Right view
Scale: 1:1



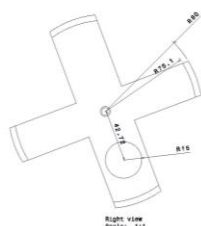
Front view
Scale: 1:1



Bottom view
Scale: 1:1



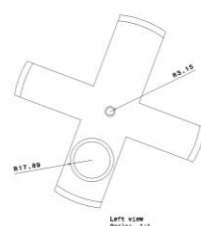
Isometric view
Scale: 1:1



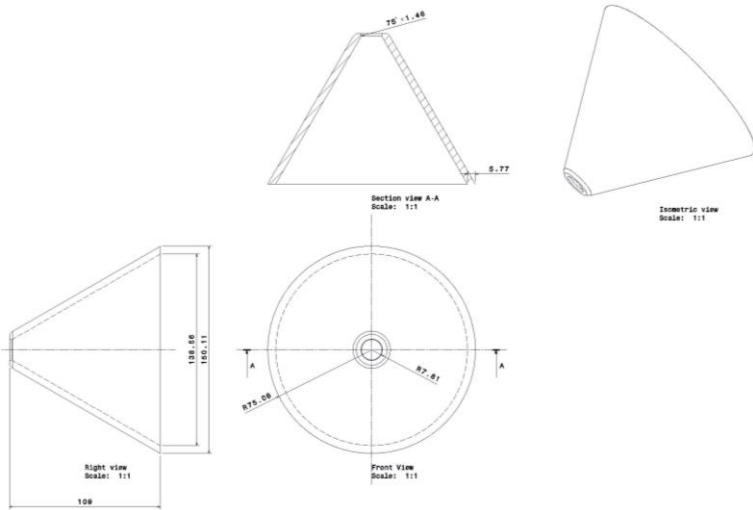
Right view
Scale: 1:1



Front view
Scale: 1:1

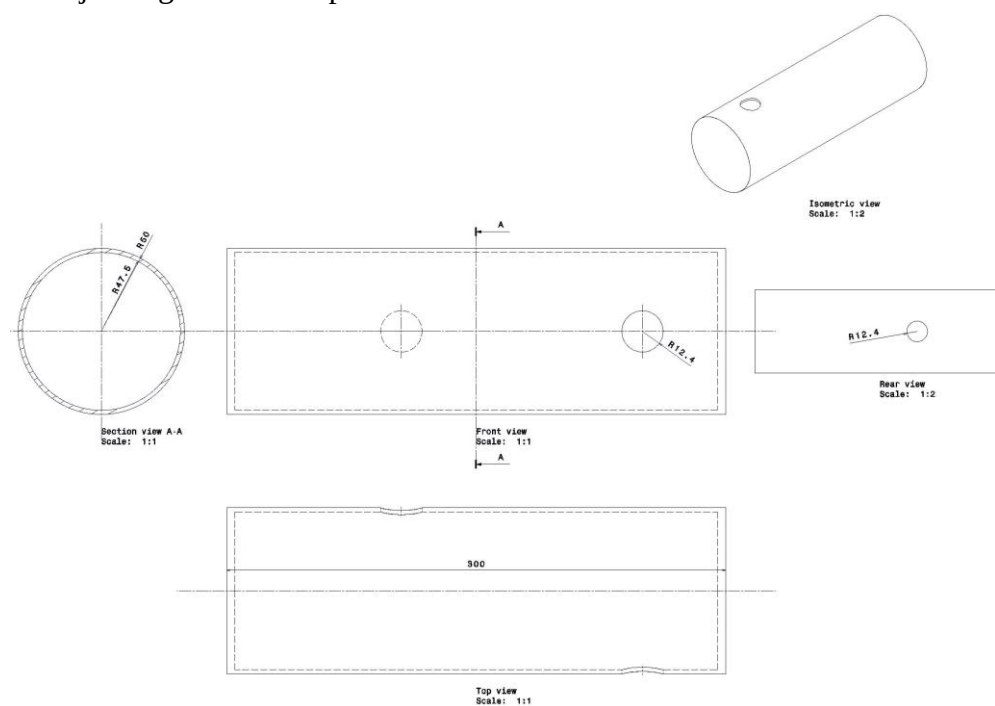


Left view
Scale: 1:1

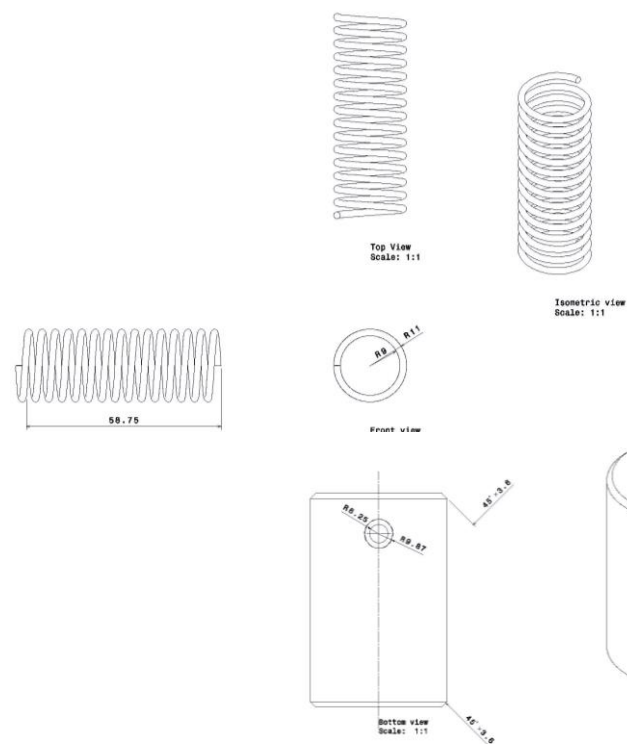


Behållare

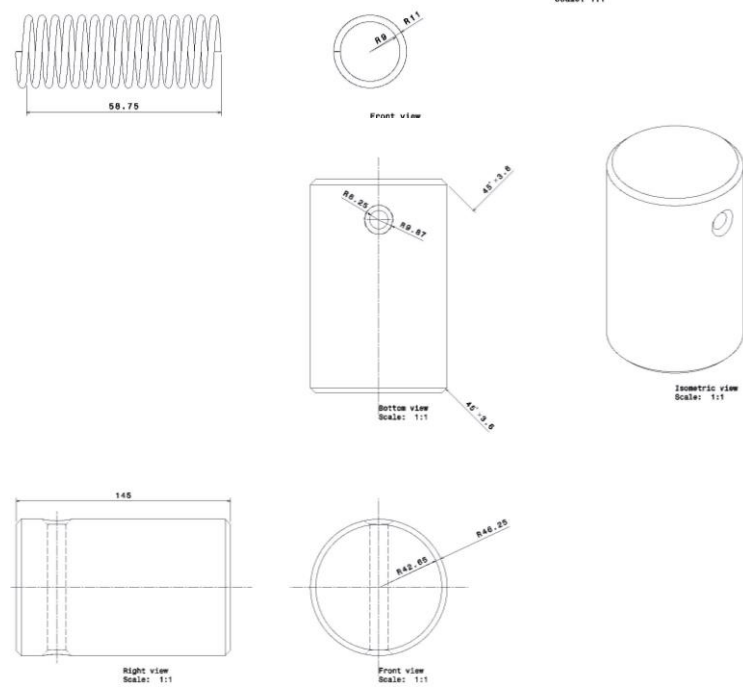
Bilaga F Detaljritningar för koncept 17



Yttre
cylinder



Inre fjäder



Inre cylinder

Bilaga G

Bilaga för data framtagen i GRANTA EduPack 2021 för printer filament

Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)

Datasheet view: All properties	Show/Hide	Find Similar
Grinding CO2 (per unit wt removed)	0,828	0,918 kg/kg

Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

Recycle	✓			
Embodied energy, recycling	* 30,7	- 34	MJ/kg	
CO2 footprint, recycling	* 1,17	- 1,29	kg/kg	
Recycle fraction in current supply	3,8	- 4,2	%	
Downcycle	✓			
Combust for energy recovery	✓			
Heat of combustion (net)	* 37,6	- 39,5	MJ/kg	
Combustion CO2	* 3,06	- 3,22	kg/kg	
Landfill	✓			
Biodegrade	✗			
Toxicity rating	Non-toxic			
A renewable resource?	✗			

Environmental notes

The acrylonitrile monomer is nasty stuff, almost as poisonous as cyanide. Once polymerized with styrene it becomes harmless. ABS is FDA compliant, can be recycled, and can be incinerated to recover the energy it contains.

Poly(lactide) (PLA)

Datasheet view: All properties		Show/Hide	Find Similar
Polymer extrusion CO2		0,437	0,488 kg/kg
Polymer molding CO2	* 1,05	-	1,1 kg/kg
Coarse machining CO2 (per unit wt removed)	* 0,0399	-	0,042 kg/kg
Fine machining CO2 (per unit wt removed)	0,0698	-	0,0734 kg/kg
Grinding CO2 (per unit wt removed)	* 0,103	-	0,109 kg/kg

Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

Recycle	✓			
Embodied energy, recycling	* 16,7	- 18,4	MJ/kg	
CO2 footprint, recycling	* 0,9	- 0,995	kg/kg	
Recycle fraction in current supply	0,1	- 1,1	%	
Downcycle	✓			
Combust for energy recovery	✓			
Heat of combustion (net)	* 18,9	- 19,9	MJ/kg	
Combustion CO2	* 1,8	- 1,9	kg/kg	
Landfill	✓			
Biodegrade	✓			
Toxicity rating	Non-toxic			
A renewable resource?	✓			

Environmental notes

Biopolymers like PLA are made from renewable resources, although the processing involves non-renewable chemicals. PLA is biodegradable. If combusted, the CO2 footprint rises to 3.45 kg/kg.

Polyethylene terephthalate (PET)

Datasheet view: All properties	Show/Hide	Find Similar
--------------------------------	-----------	--------------

Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

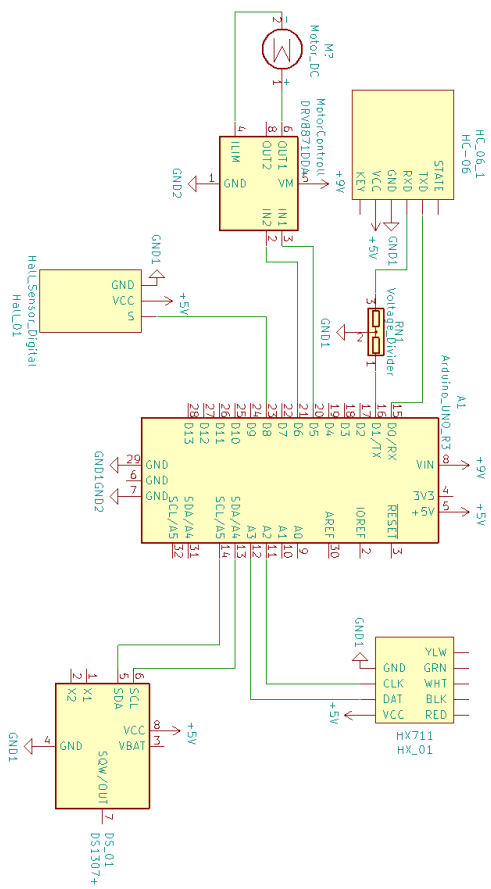
Recycle	✓			
Embodied energy, recycling	* 26,8	- 29,6	MJ/kg	
CO2 footprint, recycling	* 1,45	- 1,6	kg/kg	
Recycle fraction in current supply	20	- 22,1	%	
Downcycle	✓			
Combust for energy recovery	✓			
Heat of combustion (net)	* 23	- 24,2	MJ/kg	
Combustion CO2	* 2,24	- 2,35	kg/kg	
Landfill	✓			
Biodegrade	✗			
Toxicity rating	Non-toxic			
A renewable resource?	✗			

Environmental notes

PET bottles take less energy to make than glass bottles of the same volume, and they are much lighter - saving fuel in delivery. Thick-walled bottles can be reused; thin-walled bottles can be recycled - and are, particularly in the US.

Bilaga H

Kretsschema



Zapo

Sheet: /
File: exjobb.sch

Title: Pet Foder

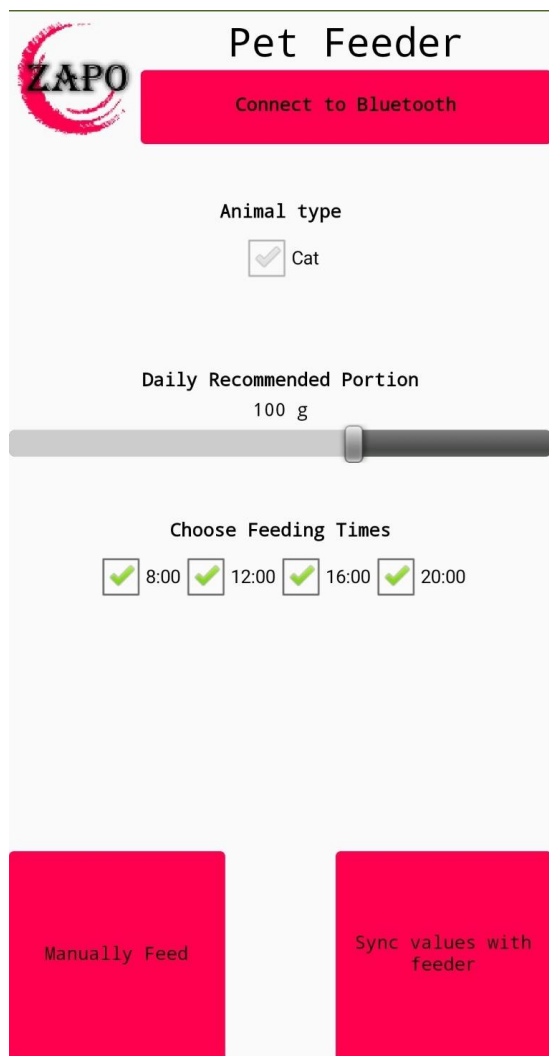
Size: A4 Date: 2021-05-13

Kicad E.D.A. - Read (5.1.9) - 1

Rev 1.0

Id: 1/1

Applikations användarguide



Feed i din Pet Feeder-App.

Grattis du har installerat appen för att styra din Pet Feeder. Vid problem att använda den kontakta ZaPo support så löser de detta.

Innan första starten:

1. Montera det medföljande batteriet i din Pet Feeder

Första uppstart:

1. Lägg till PetFeeder (HC-06) i din telefons Bluetooth lista följ guiden för din telefon
2. Starta programmet
3. Tryck på "Connct to Bluetooth"
4. Välj HC-06
5. Ställ in vilken typ av maskin du köpt
6. Ställ in den dagligt rekommenderade intaget
 - a. Ta detta från torrfoderpåsen
7. Välj vilka tider du vill att maskinen ska dela detta
 - a. Maskinen delar automatiskt på det dagliga intaget på de tider du valt
8. Klicka på "Sync Values with feeder"

Grattis du har nu ställt in vilka tider och vilken mängd mat ditt husdjur får under ett dygn. Du behöver inte ändra inställningarna förrän du byter typ av torrfoder och den dagliga dosen förändras.

Manuell matning

Din feeder kan också dela ut mat på ditt direkta kommando då delar den ut ungefär 10 ml av den mat som finns i behållaren. För att göra detta klickar du på knappen Manually

#



CHALMERS

www.chalmers.se

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP

IMSX20

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021



CHALMERS