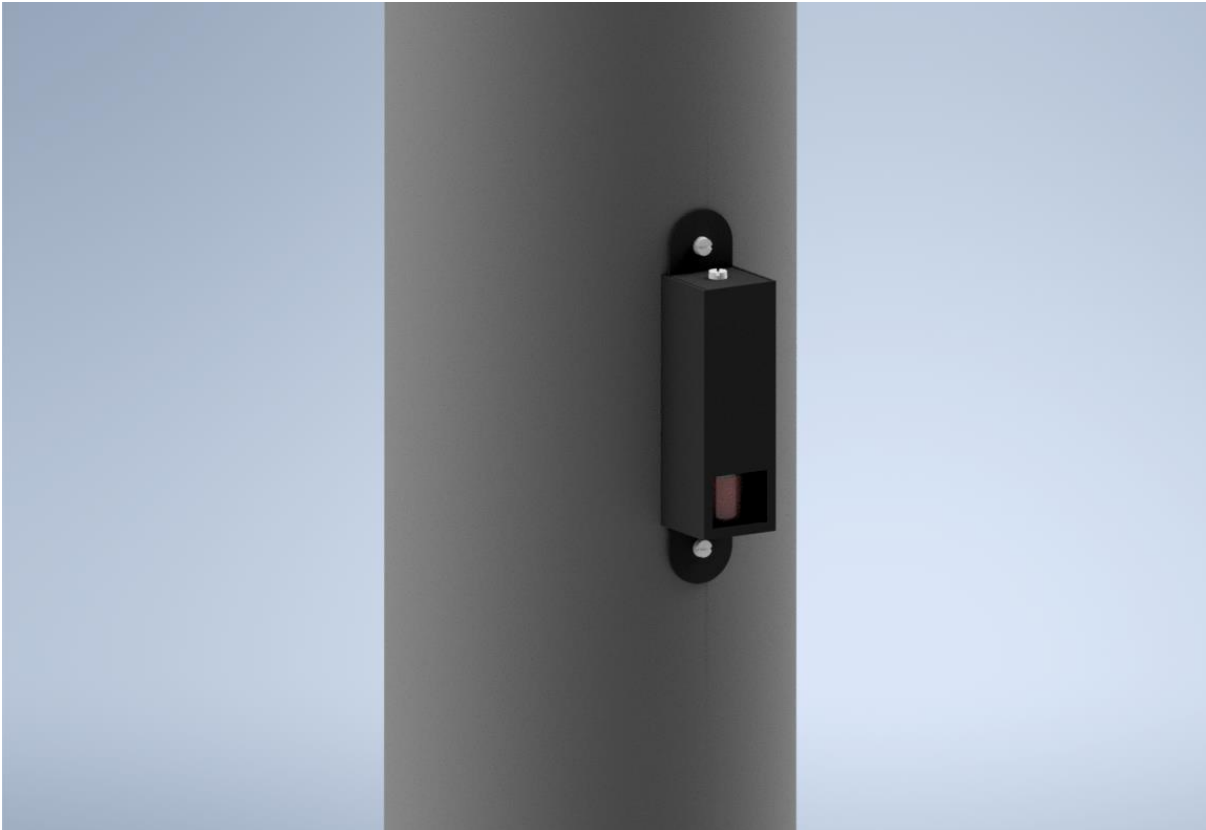




CHALMERS

Konceptframtagning av tryckgivare för visuell bedömning av industrifläktars drifttillstånd

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik



KRISTIAN KRYSELL

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021

www.chalmers.se

Förord

Examensarbetet utfördes på uppdrag av Ventur tekniska AB.

Jag vill tacka de på Ventur för deras varma mottagande och hjälpsamhet genom arbetets gång.

Jag vill också tacka examinator Kjell Melkersson för hans rådgivning gällande rapportens utformning.

Sist men inte minst vill jag tacka min fru och son för deras otroliga tålamod genom hela utbildningens gång, jag hade aldrig klarat det utan dem.

Kungälv, juni 2021.

Kristian Krysell

Sammanfattning

Arbetet har genomförts på uppdrag av Ventur tekniska AB, som utvecklar, tillverkar och säljer fläktar och andra ventilationsprodukter. Syftet med arbetet har varit att utveckla en produkt som tillåter visuell bedömning av filterstatus för Venturs produktserie av sidokanalsfläktar. Genom produktutvecklingsmetoder utvecklades en mekanisk tryckgivare som signalerar när luftflödet genom filtret är lågt. Resultatet presenteras som en CAD-modell med enkla monteringsanvisningar.

Abstract

The thesis work was carried out by request of Ventur tekniska AB, who designs, manufactures, and sells industrial fans and other products within ventilation.

The purpose was to design a product that allows to visually tell whether the filter for Ventures side-channel fans is in need of changing. Using methods for product development the resulting solution was a mechanical pressure device that visually signals if the airflow through the filter is low. The result is presented in the form of a CAD-model with simple instructions for assembly.



CHALMERS

Innehåll

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Frågeställning.....	1
1.5 Metod	1
2 Problembehandling	2
2.1 Problembeskrivning	2
2.2 Undersökning av problemet	2
2.2.1 Ventilationssystem, SC-fläktar och filter	2
2.2.2 Pneumatik, tätningar och standardkomponenter	4
2.2.2 Process.....	5
2.2.3 Omgivning	7
2.2.4 Människa.....	7
2.3 Venturs nuvarande lösning.....	8
2.3.1 Bristanalys.....	8
2.4 Befintliga lösningar för tryckmätning på marknaden	9
2.4.1 Manometer	9
2.4.2 Bourdonrörsmätare.....	10
2.4.3 "Bellows gage" fjäderbelastad tryckmätare	10
3 Produktspecificering.....	11
3.1 Kravspecifikation	11
3.2 Funktionsbeskrivning	11
4 Framtagen lösning	13
4.1 Ingående komponenter och monteringsanvisning.....	14
4.1.1 Anslutningen	16
4.1.2 Kolven	17
4.1.3 Hållaren	18
4.1.4 Monteringsanvisning för tryckgivarens komponenter.....	18
5 Slutsatser	19
6 Diskussion och fortsatt arbete	19
Referenser.....	20

BILAGOR

Bilaga A: Morfologisk matris

Bilaga B: Konceptkatalog

Bilaga C: Utvärderingsmatriser

Bilaga D: Lösningens utveckling

Bilaga E: Monteringsinstruktioner

**INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

1 Inledning

Här presenteras examensarbetets bakgrund, syfte, avgränsningar och frågeställning.

1.1 Bakgrund

Företaget Ventur Tekniska AB konstruerar, tillverkar och säljer industrifläktar, ventilationssystem och andra ventilationslösningar. För att fläktarna ska fungera säkert och optimalt är det viktigt att de körs under goda driftförhållanden. För högt lufttryck i systemet är ett exempel som är avgörande för optimal drift. En av orsakerna till att trycket i systemet kan bli för högt är att systemets filter är blockerat och behöver bytas eller justeras. För att tillåta operatörer och användare att visuellt kontrollera korrekt lufttryck har Ventur konstruerat en mekanisk tryckgivare. Det huvudsakliga syftet är att signalera när filtret är i behov av att bytas. Produktionen och monteringen av denna är dock tidskrävande och kostsam. Ventur vill därför finna en annan lösning alternativt en omkonstruktion av den befintliga.

1.2 Syfte

Examensarbetets syfte har varit att konstruera ett system som tillåter visuell bedömning av trycket i ett ventilationssystem. Systemet behövde ligga inom Venturs kostnadsram och vara möjligt att montera ihop på deras fabrik i Polen. Komponenterna till produkten behövde antingen gå att producera på fabriken i Polen, alternativt finnas tillgängliga hos Venturs leverantörer.

1.3 Avgränsningar

Begränsad prototypframtagning, resultatet är ett digitalt slutkoncept i form av en CAD-modell. På grund av rådande pandemi har fysiska besök och kontakter varit begränsade och skett under de riktlinjer som utfärdats av Svenska Folkhälsomyndigheten.

1.4 Frågeställning

Hur kan man konstruera ovan beskrivna system för industriella ventilationssystem?

Hur kan man konstruera systemet så att det passar flera av Venturs lösningar och produkter?

1.5 Metod

Metoden för produktutveckling utgick från den systematiska problembehandling som beskrivs av Johannesson et al. (2013) kapitel 5. Förenklat kan metoden beskrivas följa sex steg med målet att få en så objektiv syn på konstruktionsarbetet som möjligt. De sex stegen är som följer:

- Problembeskrivning
- Produktspecificering
- Konzeptgenerering
- Konzeptutvärdering
- Detaljkonstruktion
- Slutkonstruktion

Under arbetets gång användes även metodinslag av Ashby et al. (2007) samt Klason och Kubát (2001), främst under materialvalsprocessen och detaljkonstruktion.

Planering av arbetsgången skedde med hjälp av ett Gantt-schema.

2 Problembehandling

Under följande avsnitt studeras problemet och en förstudie utförs. Därefter upprättas en kravprofil och produktens funktioner identifieras och sammanställs.

2.1 Problembeskrivning

Venturs olika sidokanalsfläktar, så kallade "SC-fläktar", körs ofta mot mycket höga eller låga tryck och med låga flöden. Fläktarna används ofta inom tryckluftsteknik.

Dessa fläktar är känsliga för föroreningar och kräver därför ett filter för optimal drift och säkerhet. Allteftersom filtret samlar på sig föroreningar minskar luftgenomsläppet och driftsförhållandena för fläkten ändras. Ventur och deras kunder behöver en lösning på hur de ska veta när filtret är i behov av att bytas. Ventur ser gärna att de själva kan producera och tillverka delar av lösningen i deras fabrik. Några av de i fabriken tillgängliga metoder för att framställa detaljer är som följer:

- Plåt
 - Stansning
 - Bockning
 - Svetsning
- Plast
 - 3d-printning string extrusion
 - Formsprutning
 - Svetsning

2.2 Undersökning av problemet

Undersökningen utgår från att först studera de produkter och system som lösningen är ämnad för. Därefter områdesuppdelas problemet enligt Johannesson et.al. (2013) kapitel 5.1.3. Områdena som undersöks är process, omgivning och människa. Respektive område delas sedan in i olika delar som bestäms och undersöks.

2.2.1 Ventilationssystem, SC-fläktar och filter

Ventilation innebär förenklat förflyttning av luft och kan ske naturligt eller mekaniskt påtvingat (Clarke 2014). För det här examensarbetet är det mekaniska ventilationssystem med fläktar som är av intresse. Dessa system består i grunden av en fläkt som drivs av en elmotor, ventilationstrummor och kanaler varifrån luften transporteras. För att förhindra att fläkten skadas av partiklar kan även filter installeras. Allteftersom filtret blir igentäppt av partiklar blir det svårare för fläkten att jobba och flödet vid insuget blir sämre. Figur 1 nedan visar schematiskt hur ett ventilationssystem är uppbyggt. Då filtret blir igensatt och luften får svårare att transporteras genom filtret skapas ett starkare och starkare undertryck i kanalen mellan filtret och fläkten. Fläkten måste då arbeta under hårt motstånd vilket kan leda till haveri.



Figur 1: Schematiskt ventilationssystem

Venturs produktgrupp av sidokanalsfläktar, se exempel Figur 2 nedan, är ämnad för applikationer med höga tryck- eller vacuum nivåer och låga flöden (källa hemsidan). Fläktarnas konstruktion ställer höga krav på renlighet varför filter behövs till fläktarna.

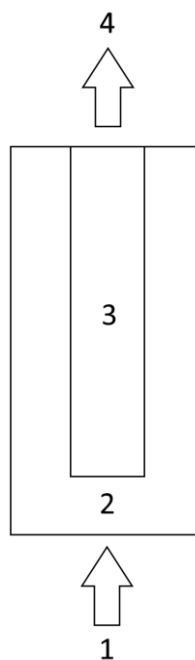


Figur 2: Sidokanalsfläkt. Från Ventur Tekniska AB. https://ventur.se/img/cache/sc/sc_600_600.png

Ventur tillverkar filterhusen till SC-fläktarna som består utav en plåt-cylinder med ett cylinderformat filter inuti. Figur 3 nedan visar filterhuset med filter så som det monteras på ventilationssystemet. I Figur 4 ses filterhuset och filter i genomskärning samt schematiskt luftens väg genom filterhuset.



Figur 3: Filterhus. Från Ventur Tekniska AB. (U.Å)
https://ventur.se/img/cache/filtr-kanalowy/filtr-kanalowy_300_300.png



Figur 4: Luftens väg genom filterhuset

Beskrivning av stegen i Figur 4:

1. Eventuellt förorenad luft från insuget kommer in i filterhuset
2. Luft med eventuella partiklar omger filtret i filterhuset
3. Filtrerad luft inuti filtret, där för fläkten skadliga partiklar har fastnat i filtret
4. Filtrerad luft fortsätter till fläkten.

2.2.2 Pneumatik, tätningar och standardkomponenter

Pneumatik innebär kortfattat tryckluftsteknik. Eftersom minimalt luftläckage är ett viktigt kriterium för att kunna få en tillförlitlig tryckavläsning undersöks pneumatiken för tätningslösningar och kopplingar. Figur 5 visar ett urval av pneumatiska kopplingar.



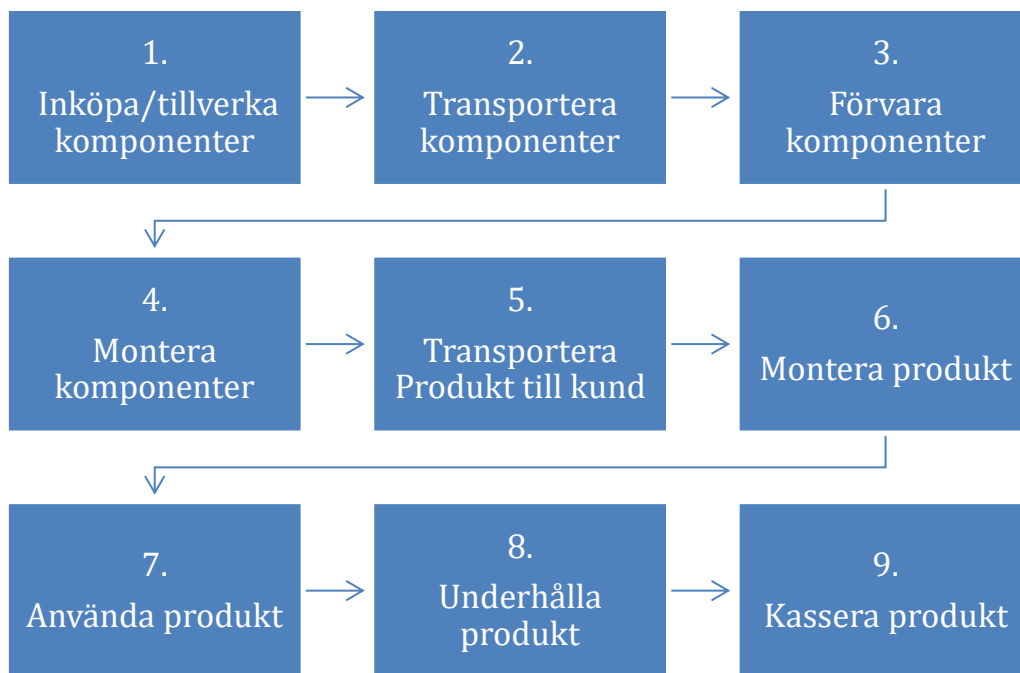
Figur 5: Pneumatiska kopplingar. Hämtad från: https://www.parker.com/Online/Product%20Images/Low-Pressure-Connectors-Europe-Division/zoom_1000x1000/LF3000-Pneumatic-Push-In-Fittings_zm.jpg

Genom katalogsökning hos leverantörer och producenter av tryckluftskomponenter undersöks marknaden och lösningarna som finns. Det som för examensarbetet är intressant är komponenter som på något sätt kan fästas på ventilationskanaler för att ansluta till ett ventilationssystemets tryck. Vid undersökning hittades främst tre intressanta kategorier av kopplingar: Påskjutningskopplingar "Push-in", snabbkopplingar och slangnipplar. Dessa skulle kunna monteras på ventilationssystemet med mutter och packning, tryckmätningens anordning skulle sedan kunna monteras på kopplingen. En fördel med dessa är även att en slang skulle kunna monteras mellan kopplingen och tryckmätaren för att underlätta olika typer av placering. Kopplingarna finns i flera olika vinklade utföranden vilket öppnar för olika orienteringsmöjligheter.

För lämpliga tätningar gjordes litteraturstudier och enligt tabell 6.2 och 6.3 Evertsson et al. (2017) är O-ringar av nitrilgummi lämpliga för att avtäta gaser.

2.2.2 Process

Delas upp efter aktiviteter som sker under hela produktens livstid enligt Figur 6.



Figur 6: Process

Beskrivning och kort analys av respektive processteg

1. De i produkten ingående komponenterna bör finnas hos Venturs leverantörer eller gå att tillverka på fabriken i Polen. Genom att använda massproducerade standardkomponenter i konstruktionen kan en prisvärd produkt med hög leveranssäkerhet konstrueras. Det är också till fördel om komponenterna som tillverkas på Venturs fabrik även går att få tag på hos underleverantörer, för att kunna säkra upp ytterligare.
2. Transport av de inköpta komponenterna sker enligt de processer som Ventur redan har
3. Komponenterna bör vara enkla att förvara. Det vill säga att de helst ska ta liten plats och helst inte kräva särskild förvaring
4. Produkten monteras på fabriken i Polen. Monteringstiden bör vara så kort som möjligt för att minimera kostnader. Viktigt med monteringsanpassning, DFA, för att korta ned ledtiden och få ned kostnaden (Johanesson). En alternativ lösning är att konstruera produkten med så få komponenter som möjligt och leverera med tydlig monteringsinstruktion. Kunden kan då själva montera produkten. Då kan priset fås ned ytterligare och de anställda på Ventur behöver bara förpacka komponenterna. Viktigt att den sistnämnda lösningen passar Ventur som företag.
5. Den monterade produkten transporteras till kund
6. Kunden monterar produkten på sitt ventilationssystem. Viktigt att monteringen är enkel och säker för kundernas skull. Montering på ventilationssystem bör gå att genomföras av en person med så få olika verktyg som möjligt. Även en fördel om monteringen kan ske utan att behöva montera ned delar av ventilationssystemet.
7. Kunden eller operatören använder produkten. Viktigt att minimera alla risker för tvetydighet, avläsning behöver vara enkelt och eventuellt kunna ske på större avstånd
8. Underhåll, exempelvis rengöring eller byte av komponenter behöver kunna ske så enkelt och säkert som möjligt. Om lättillgängliga standardkomponenter används i konstruktionen förenklas underhållet. Reservdelar och verktyg är då lättillgängliga i stora delar av världen.
9. Produkten ska effektivt och säkert kunna monteras ned från fläktsystemet. Om produkten består av komponenter av olika materialfamiljer bör dessa gå att enkelt separera för att underlätta sortering och återvinning

2.2.3 Omgivning

Omgivningen delas upp i tre olika områden; position, plats och miljö.

- **Position**

Produkten är positionerad på ventilationssystemets filterhus. Angränsande produkter är eller kan vara filter, fläkt och fläktens elmotor. Positionen kan ändras till att vara efter filtret också. Båda dessa positioner medför att tryckgivarsystemet eventuellt kommer utsättas för vibrationer. Viktigt därför att ta hänsyn till detta i konstruktionen.

- **Plats**

Produkten är främst ämnad att användas i industrilokaler.

- **Miljö**

Venturs fläktar och system används på flera olika sorters industrier. Syftet är ofta att transportera bort skadliga ämnen eller partiklar från luften där människor arbetar. Typen av kemikalier och storlek på partiklar varierar från olika industrier och det är viktigt att systemet fungerar i dessa olika miljöer. För att säkerställa att produkten uppfyller eventuellt kundkrav på kemikalieresistens är det fördelaktigt om vissa ingående komponenter kan tillverkas av olika material för olika miljöer. Om tryckgivarsystemet används till ventilationssystem i miljöer med partiklar som kan skada tryckgivaren är det viktigt att den kan positioneras mellan ventilationssystemets filter och fläkt. Att använda ett filter till tryckgivaren är inte aktuellt då dess funktion då upphör, eftersom filtret kan sättas igen.

2.2.4 Människa

Olika yrkesgrupper inom industrin kommer att förhålla sig olika till produktens funktion och lösning på problemet. De främsta som kommer i kontakt med produkten i dess livscykel är troligtvis montörer, inköpare, operatörer och underhållspersonal.

- **Producent (Ventur)**

Ventur som företag vill se att produkten uppfyller sin huvudfunktion, är prisvärd, håller hög kvalitet och passar Ventur som företag.

- **Montör**

De anställda som arbetar med montering på Venturs fabrik vill se att produkten kan monteras säkert, enkelt och bekvämt.

- **Inköpare**

Kommer vara intresserade av den produkt som löser problemet till lägst kostnad. I priset ingår produktens självkostnad, frakt till kund och den vinst Ventur vill uppnå.

- **Operatör**

Vill snabbt och enkelt kunna kontrollera drifttillstånd. Denna person är intresserad av en produkt som är enkel att använda, i det här fallet enkel att tyda. Produkten ska tydligt visa om systemets driftstatus är avvikande från det normala.

- **Underhåll**

Vill snabbt och enkelt kunna utföra underhåll av produkten, exempelvis rengöring eller byte av komponent. Helst med få personer, få verktyg och på kort tid.

2.3 Venturs nuvarande lösning

I dagsläget använder Ventur en färdig tryckgivare som de köper in, men de letar efter en egen lösning som de kan tillverka i deras fabrik i Polen. Den nuvarande tryckgivaren tillverkas av Kärcher och består utav ett plasthölje, en fjäder och en kolv. Till givaren tillverkar Ventur en adapter som möjliggör att den går att koppla på ett ventilationssystem samt en skyddsplåt.

Vid examensarbetets början var lösningen en mekanisk tryckgivare som tillverkades på Venturs fabrik. Den bestod av ett 3D-printat fäste/hölje i plast, en skyddsplåt, en skruvfjäder, en röd plastkolv, ett plaströr samt olika tätningar. Kolven befinner sig på olika positioner beroende av trycket från systemet och fjädern i anslutning till kolven. När kolven befann sig i en viss position var trycket inom det otillåtna området och filtret var i behov av att bytas. Tryckgivarens position var på filterhuset. Syftet med det här mekaniska systemet är att tala om för betraktaren om filtret är i behov av att bytas.

2.3.1 Bristanalys

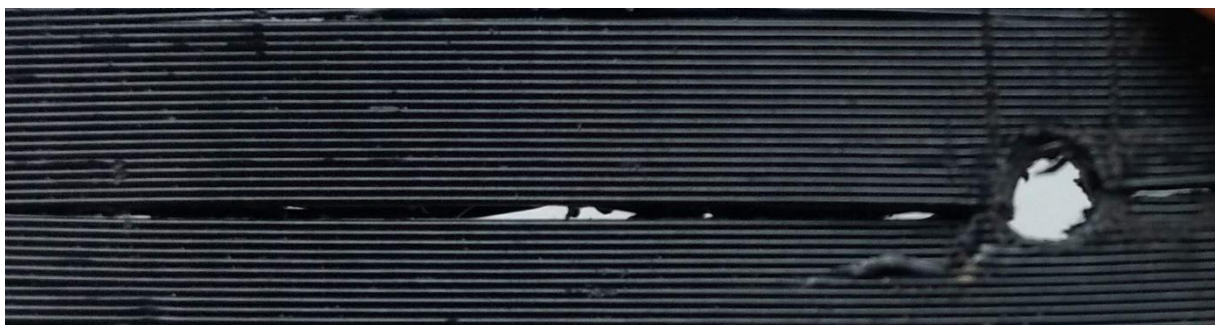
I det här avsnittet undersöks vilka förbättringsområden Venturs första egna lösning har för att utvärdera vad som skulle vara aktuellt vid en vidareutveckling.

Den första lösningen hade tre huvudsakliga brister:

- Tryckgivaren fungerade inte, kolven förflyttades ej vid tryckförändring
- Hållaren sprack vid skruvhålen för skyddsplåten
- Produkten var för dyr

Två exemplar av tryckgivaren skickades från Polen till Sverige för undersökning och på båda var kolven felmonterad i tryckgivaren så att den förflyttas vid övertryck i stället för undertryck. Vid test med tryckluft visade det sig även att det förekom ett märkbart luftläckage där tryckgivaren ska sammankopplas med ventilationssystemet. Samma test visade även att passformen mellan kolv och plaströr är god, då kolven rörde sig obehindrat då den utsattes för övertryck. Den del av anordningen som ska reagera på tryck fungerar alltså, den var bara felmonterad. Anslutningen till ventilationssystemet är dock en fortsatt brist och kopplad till hur plaströret fäster mot hållaren.

När hållaren undersöktes för att finna anledningen till att den spruckit noterades att den extruderade plasten går i hållarens längdriktning. Detta mönster skapar en svaghet i hållaren som gör att den lättare spricker mellan de extruderade raderna. När skruven sedan skruvas i hålet trycker den isär raderna så de spricker, se Figur 7. Denna del av produkten är också relativt kostsam då den framställs genom extrudering i 3D-skrivare.



Figur 7: Detaljbild av spricka på ett fäste

Vid en vidareutveckling bedöms vikten läggas vid att finna en lösning på följande:

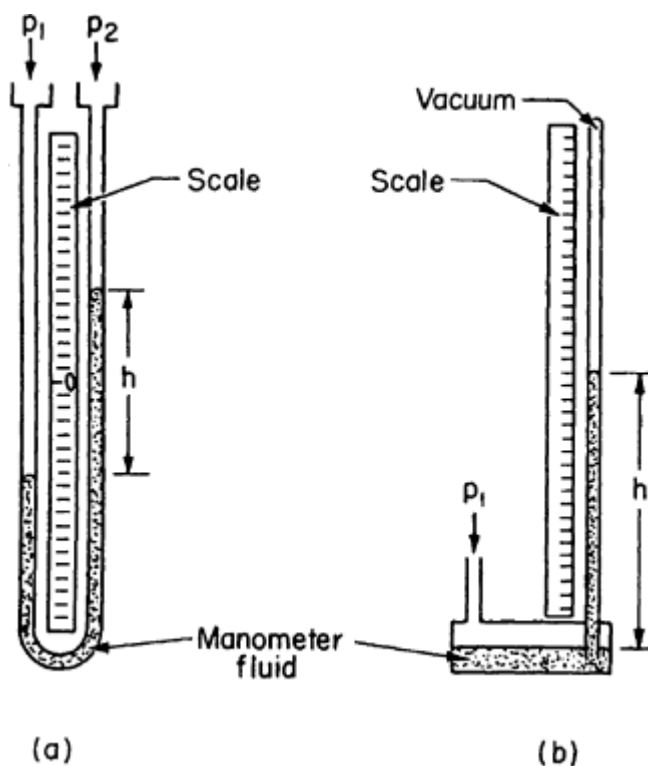
- Finna en lösning till att koppla tryckgivaren till fläktsystemets tryck utan läckage
- Ta fram en lösning på hur tryckgivaren kan monteras fast på ett säkert sätt
- Ta fram tydliga monteringsinstruktioner

För att säkerställa lågt pris och hög leveranssäkerhet kommer fokus att ligga på att utnyttja massproducerade komponenter och detaljer för konstruktionen. Tillgången på dessa är oftast hög och finns hos flera olika leverantörer, priset blir också lägre på grund av tillgången. Vidare kommer enkelhet att eftersträvas, detta i relation till form, funktion och antalet komponenter.

2.4 Befintliga lösningar för tryckmätning på marknaden

Under det här avsnittet presenteras en marknadsundersökning över liknande produkter som redan finns tillgängliga. De produkter som undersökts är i huvudsak olika tryckgivare. Syftet är att hitta inspiration för en nyutveckling eller hitta redan befintliga lösningar som kan användas.

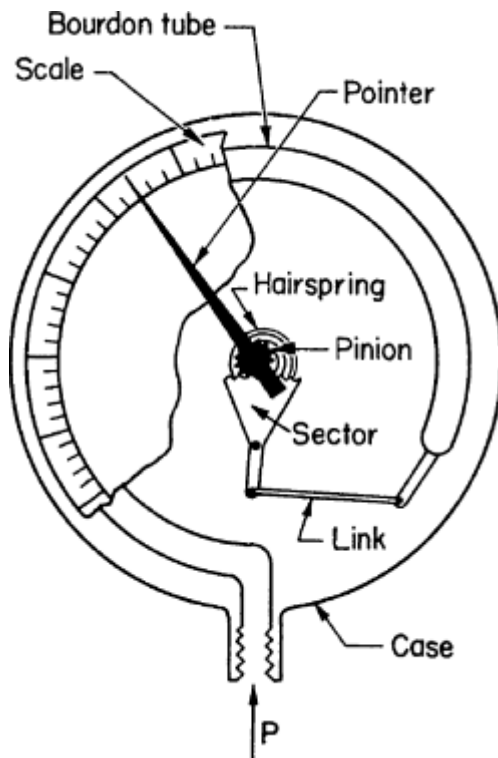
2.4.1 Manometer



Manometern har i huvudsak två olika utförande, som illustreras i figur x. I båda fall används en vätska, som beroende på tryck befinner sig på olika nivåer. (a) i figur x visar en "U-rörsmannometer" och mäter differensen mellan två tryck, p_1 och p_2 , uttryckt som höjden h . (b) i figur x visar en "Well-type-manometer" som återger ett absoluttryck P_1 . Trycket pressar vätskan upp för röret och värdet kan avläsas på mätaren (Boyes, 2018).

Figur 8: Manometer (Boyes, 2018). Publicerad med tillstånd.

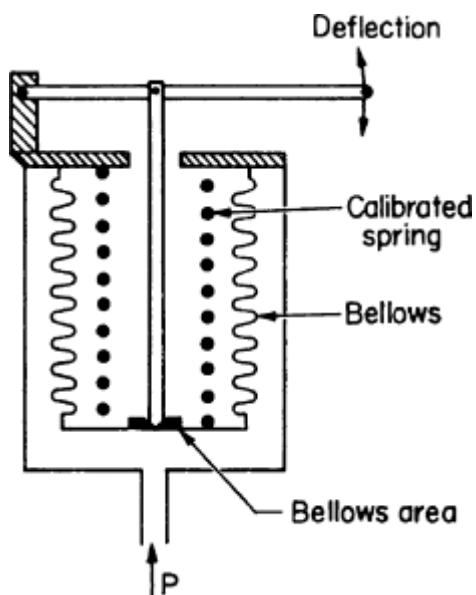
2.4.2 Bourdonrörsmätare



Figur 9: Bourdonrörsmätare (Boyes, 2018). Publicerad med tillstånd.

Bourdonrörsmätaren mäter tryck genom ett tillplattat rör i brons eller stål, så kallat Bourdonrör. Tryckförändringar inuti röret får det att röra på sig, och eftersom ena änden vid P i figuren är fast rör sig enbart den andra änden vid "Link". Detta får i sin tur länkarmen att röra sig som är kopplad till en visare som pekar på det aktuella tryckvärdet. Detta är den vanligaste typen av tryckgivare (Boyes, 2018).

2.4.3 "Bellows gage" fjäderbelastad tryckmätare



Figur 10: "Bellows gage" (Boyes, 2018). Publicerad med tillstånd.

Denna givare mäter tryck genom att en fjäder förskjuts då den utsätts för en kraft $F=p \cdot A$ där P är trycket och A är arean som trycket verkar på. När fjädern trycks ihop rör sig länkarmen enligt Figur 10 som kan vara kopplad till exempelvis en visare (Boyes, 2018)

3 Produktspecificering

I detta avsnitt undersöks produktens krav, begränsningar och funktioner. Materialet i det här kapitlet ska utgöra grunden för konceptframtagningen, utvärderingen av koncept samt slutkonstruktion.

3.1 Kravspecifikation

Kravspecifikationen är en tabell med krav och önskemål som utgår från Venturs behov och förstudien, se Tabell 1. Kraven måste uppfyllas och delas in i olika typer; funktioner F och begränsningar B. Önskemålen är viktade efter hur starka de är, 5 är högsta och 1 är lägsta.

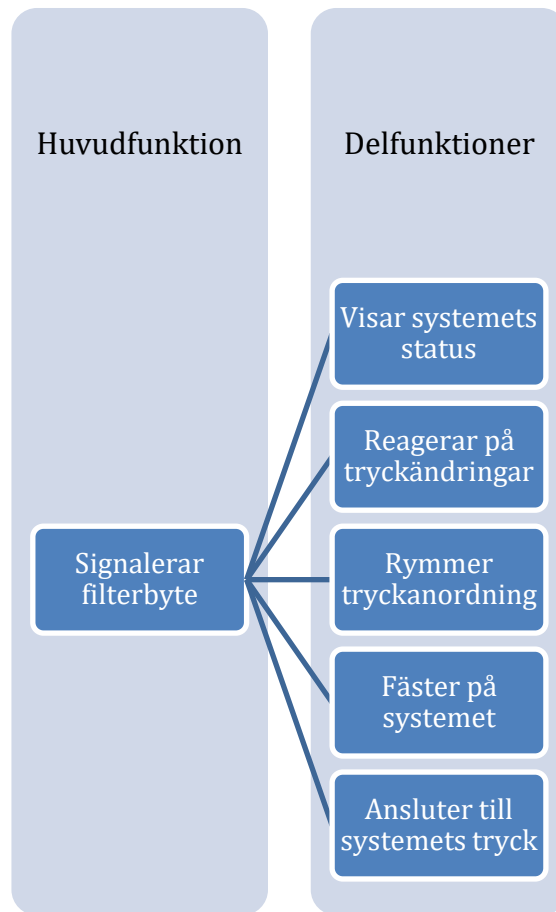
Tabell 1: Kravspecifikation

#	K/Ö(v)	F/B	Värde	Enhet
1. Visar systemets status	K	F		
2. Signalerar filterbyte	K	F		
3. Reagerar på tryckändringar	K	F		Pa
4. Rymmer tryckanordning	K	F		
5. Ansluter till systemets tryck	K	F		
6. Tillåter montering på systemet	K	F		
7. Lufttät konstruktion*	K	B		
8. Okänslig för vibrationer	K	B		
9. Kemikalieresistent	Ö(1)	B		Materialegenskap
10. Enkel att montera	Ö(5)	B		S/Antal verktyg
11. Enkel att underhålla	Ö(3)	B		S/Antal verktyg
12. Få antal komponenter	Ö(4)	B		Antal komponenter

*Visst luftläckage får förekomma, så länge det inte är vid anslutningen mot ventilationssystemet.

3.2 Funktionsbeskrivning

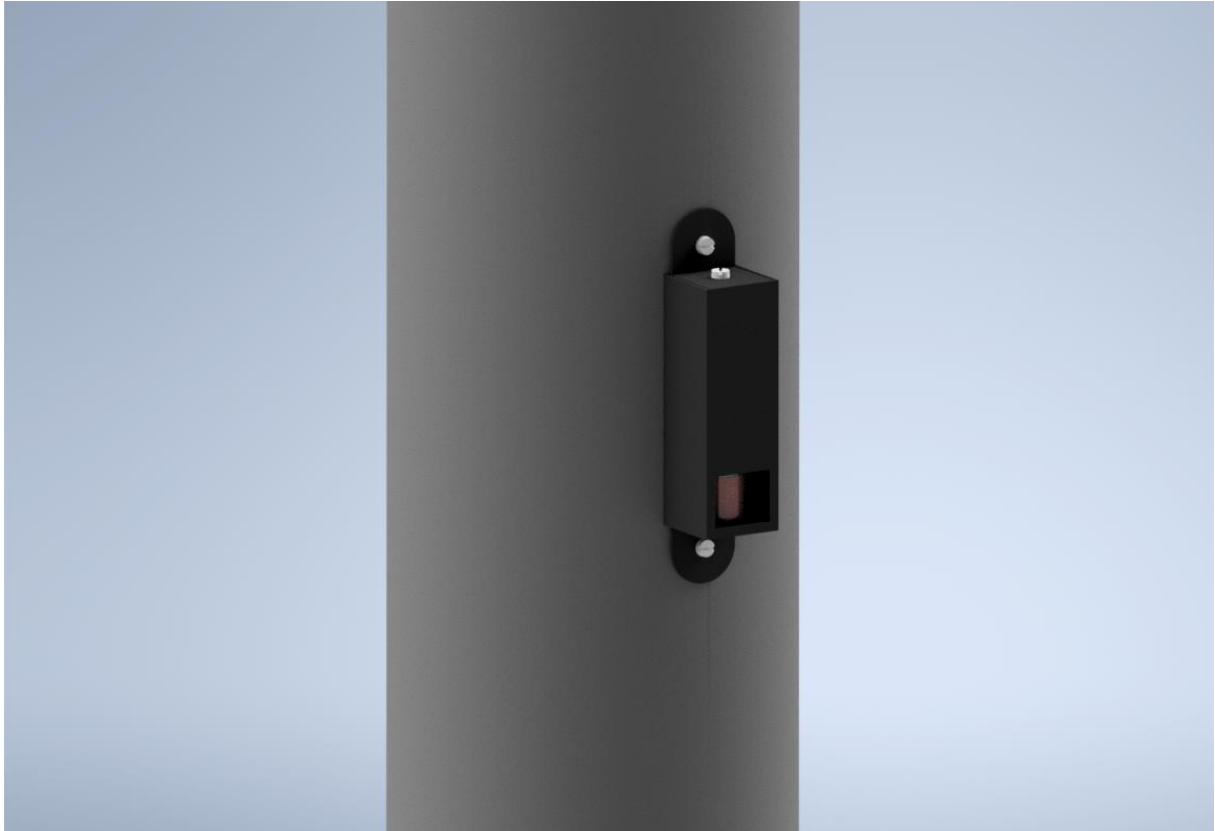
Funktionerna från Tabell 1 presenteras här i Figur 11 i form av ett funktionsträd. Produktens huvudfunktion är "Signalerar filterbyte", denna funktion uppfylls genom att delfunktionerna uppfylls, se Figur 11.



Figur 11: Funktionsträd

4 Framtagen lösning

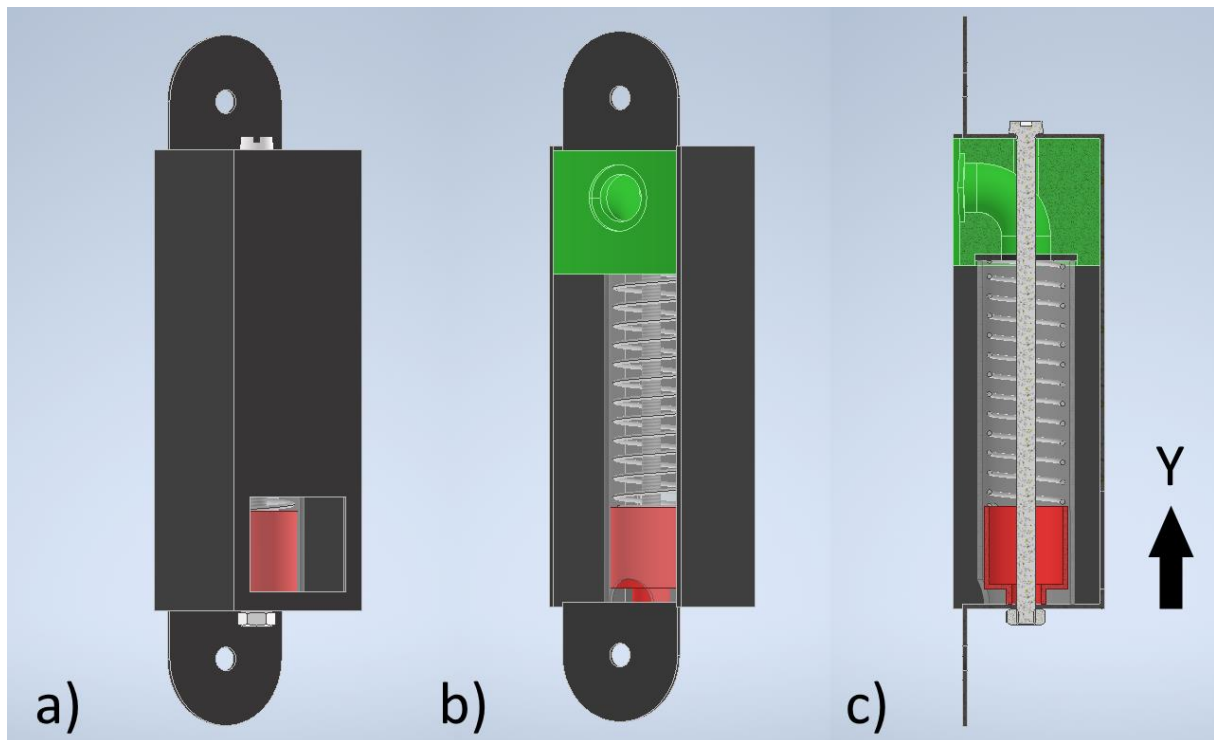
Lösningen som tagits fram, se Figur 12 är en CAD-modell över en mekanisk tryckgivare som konstruerats för att vara kostnadseffektiv samt enkel att tillverka, montera, använda och underhålla.



Figur 12: Framtagen lösning, monterad på filterhus

Tryckgivaren kan monteras ned i sin helhet och är enkel att montera ihop. Till produkten har även monteringsanvisning av ingående komponenter tagits fram, se avsnitt 4.1.3 samt Bilaga F. Montering sker i tre steg och anvisningarna är enkla att följa.

När givaren ansluts till ett ventilationssystemets filterhus får undertrycket i systemet kolven att flyttas i Y-led enligt koordinatsystemet i Figur 13. Kolven verkar då på fjädern som trycks ihop. När filtret sätts igen minskar flödet och därmed även trycket. Fjädern trycker då tillbaka kolven och när den nått botten och syns genom luckan är filtret i behov av att bytas. Figur 13 visar också den framtagna lösningen i olika vyer. Vy a) visar den framifrån som om den vore monterad, b) visar sidan som är monterad mot filterhuset och c) visar den i genomskärning från sidan.

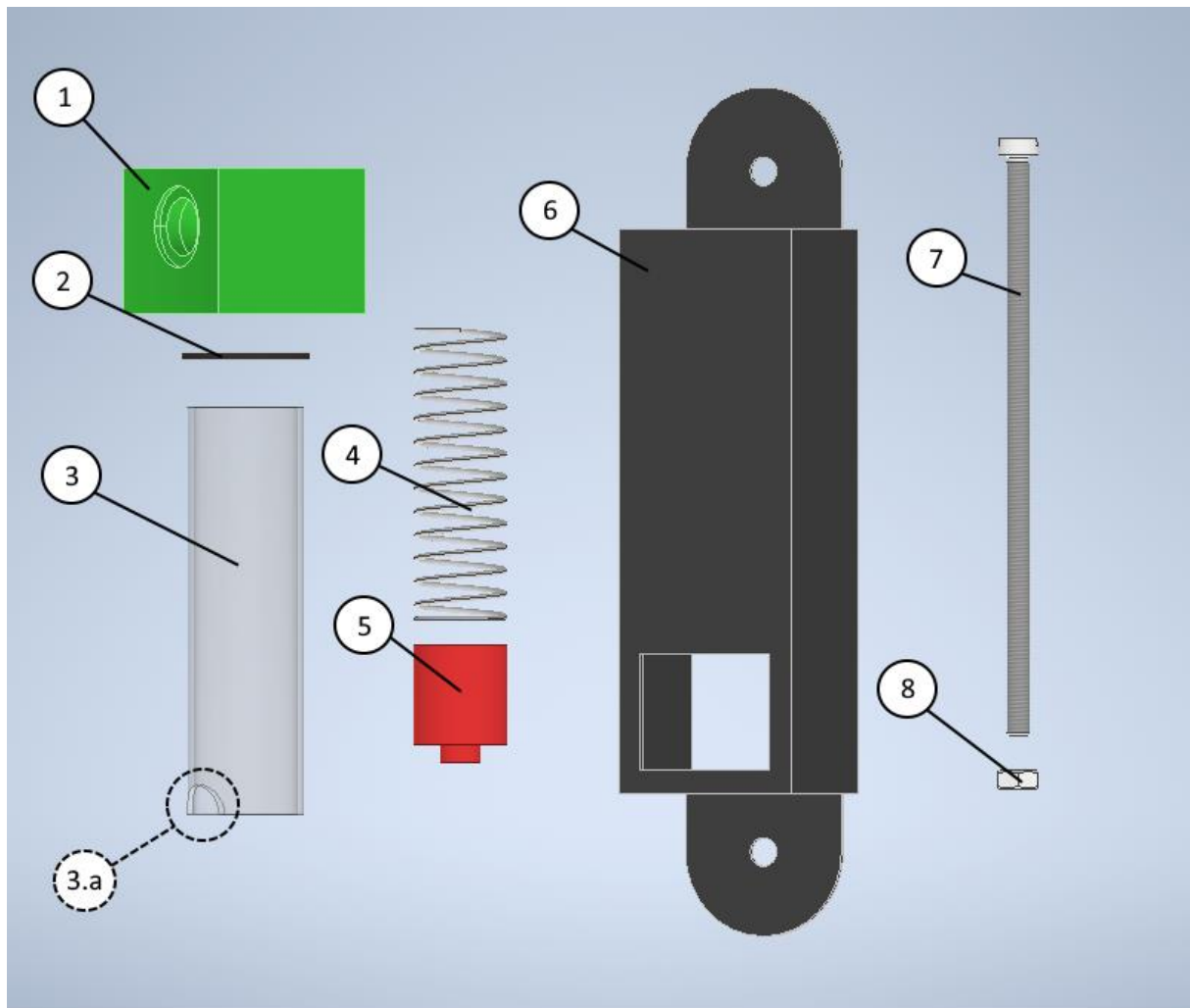


Figur 13: Framtagen lösning i olika vyer. a) framifrån. b) bakifrån. c) genomskärning från sidan

Framtagningsprocessen går att läsa om i bilaga A, B och C. Utvecklingsprocessen går att läsa om i bilaga D.

4.1 Ingående komponenter och monteringsanvisning

Här följer en beskrivning av de individuella komponenterna och deras funktioner. Anslutningsövergången, kolven och skyddsplåten beskrivs mer detaljerat då dessa tre är konstruerade särskilt för produkten. Figur 14 visar givarens olika delar omonterade, under figuren följer en kortfattad beskrivning av varje komponent.



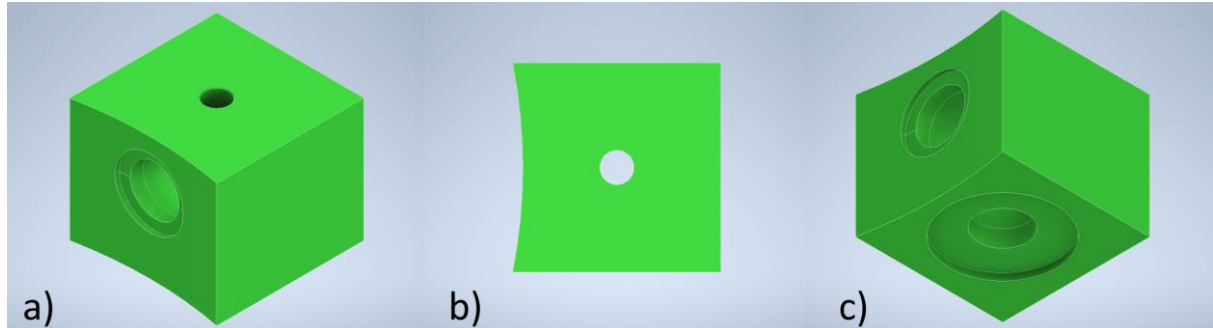
Figur 14: Ingående komponenter hos tryckgivaren

1. **Anslutning.** Den här komponenten är en av tre för produkten särskilt konstruerade komponenter. Dess funktion är att tillåta röret att ansluta till trycket i filterhuset. Kan tillverkas på Venturs fabrik.
2. **Planpackning.** Tätar övergången mellan anslutningsövergången (1) och röret (3) då dessa pressas samman mot varandra med hjälp av skruven (7) och muttern (8).
3. **Plaströr.** Håller fjädern (4) och kolven (5) på plats och skapar ett utrymme som kan anslutas till filterhusets tryck. Kan tillverkas på Venturs fabrik
 - a. Röret har ett litet hål i ena änden. Detta hål tillåter luft att komma in under kolven (5) då den förflyttas så att det inte bildas ett undertryck.
4. **Tryckfjäder.** Trycker tillbaka kolven (5) då trycket suger upp den. Fjädern är dimensionerad så att den är i fullt utsträckt läge vid lägsta tillåtna flöde/tryck.
5. **Kolv.** Den andra av tre särskilt konstruerade komponenter. Kolvens funktion är dels att signalera filterbyte då den syns genom luckan i skyddsplåten (6). Dels också att tryckskillnaden över denna ger upphov till en kraft på fjädern (4). Kan tillverkas på Venturs fabrik.
6. **Skyddsplåt/hållare.** Den sista särskilt konstruerade komponenten. Hållaren tillåter givaren att fästa på filterhuset och skyddar den från yttre våld. Inspektionsluckan underlättar visuell kontroll av tryckets/filtrets status. Tillsammans med Skruven (7) och muttern (8) håller den ihop givaren som tänkt. Kan tillverkas på Venturs fabrik
7. **Skruv M4x10.** Går rakt igenom hela konstruktionen. Dess funktion är att tillsammans med muttern (8) pressa ihop givaren axiellt och montera hållaren med resten av givaren.
8. **Mutter M4.** Pressar ihop givaren med hjälp av skruven (7).

Avsnitten som följer beskriver övergången (1), kolven (5) och hållaren (6) mer detaljerat.

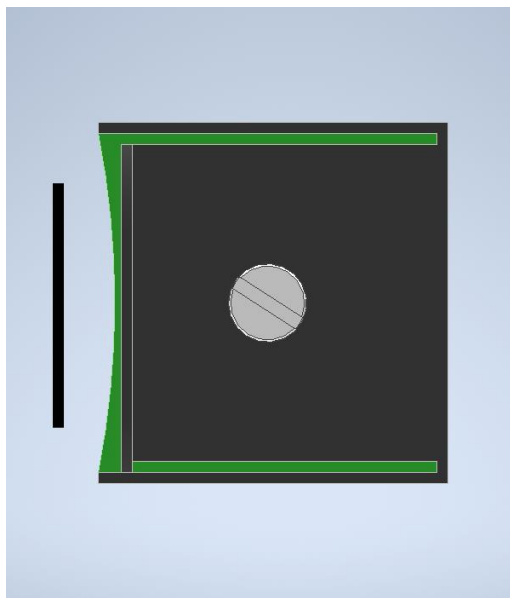
4.1.1 Anslutningen

Anslutningen tillåter givaren ansluta till trycket/flödet i filterhuset. Se detaljbilder i Figur 15.

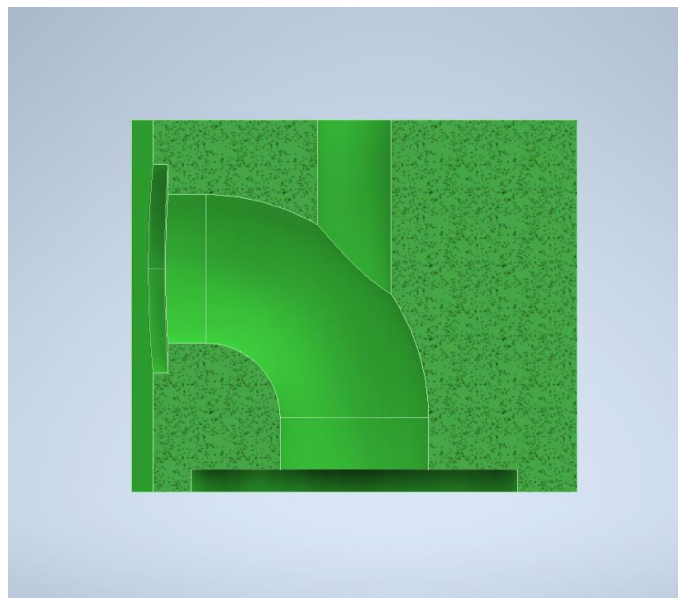


Figur 15: Anslutningen

I Figur 15 a) syns det genomgående hålet för skruven överst på detaljen. Del b) i Figur 15 visar detaljen sedd ovanifrån med det genomgående hålet. I b) syns också detaljens vänstra sida som är formad som en cylindersektor med samma radie som filterhuset. Detta för att få en så bra passform som möjligt och minimera luftläckage då givaren är monterad. I Figur 15 c) visas övergångens anslutningar i mer detalj. Röret ansluter mot övergången vid det nedre hålet som även är försänkt för att hålla planpackningen på plats. Hålet går vidare genom detaljen till den cylindersektorformade delen som också har en försänkning för planpackning. När givaren är monterad i hållaren och skruvas fast på filterhuset pressas planpackningen mellan filterhuset och anslutningen där packningen sitter på plats i försänkningen, se Figur 16 nedan. Figur 17 nedan visar anslutningen i genomskärning.



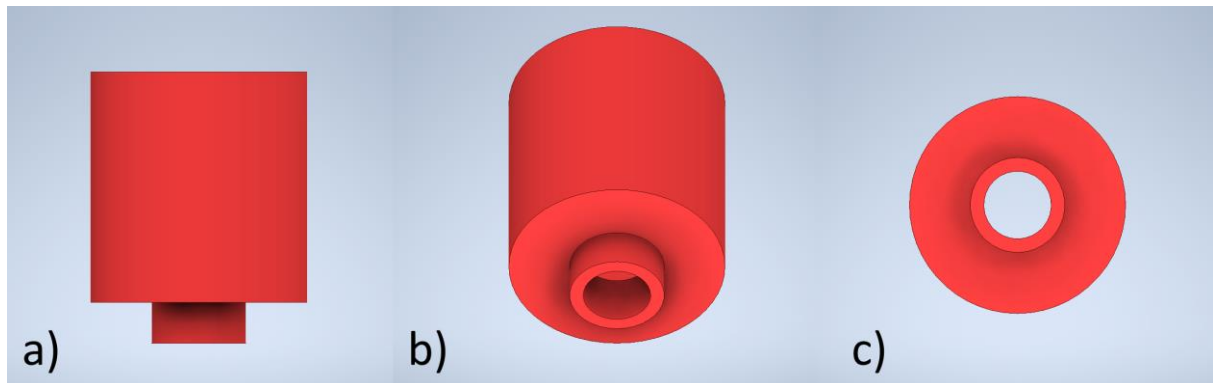
Figur 16: Hur anslutningen tätar mot filterhuset



Figur 17: Anslutningen sedd från sidan i genomskärning

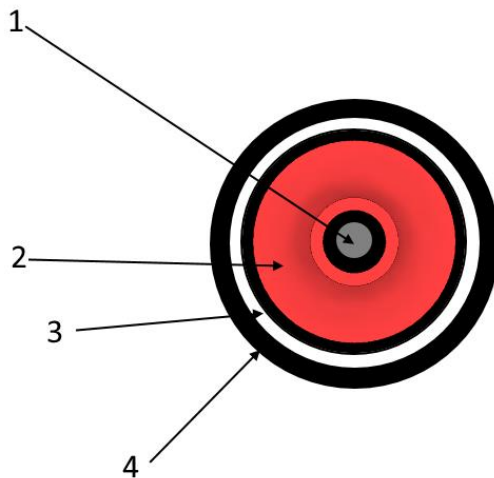
4.1.2 Kolven

Kolven, se Figur 18, är signalfärgad för tydlig synlighet. Kolven har en "fot" nederst som syns tydligast i Figur 18a). Den har ett genomgående hål för skruven, se Figur 18 c).



Figur 18: Kolven. a) från sidan. b) snett nedifrån. c) undertill

Passformen mellan kolv och rör är sådan att kolven kan röra sig fritt utan risk för att snedställas och fastna på grund av friktion. Passformen mellan kolv och skruv är sådant att de inte kommer i kontakt med varandra. Detta är av stor vikt då kolven annars kan fastna i skruvens gängor. Passformen mellan skruv, kolv, rör och anslutning beskrivs mer utförligt nedan med hjälp av Figur 19.



Figur 19: Passform mellan skruv, kolv, rör och anslutning

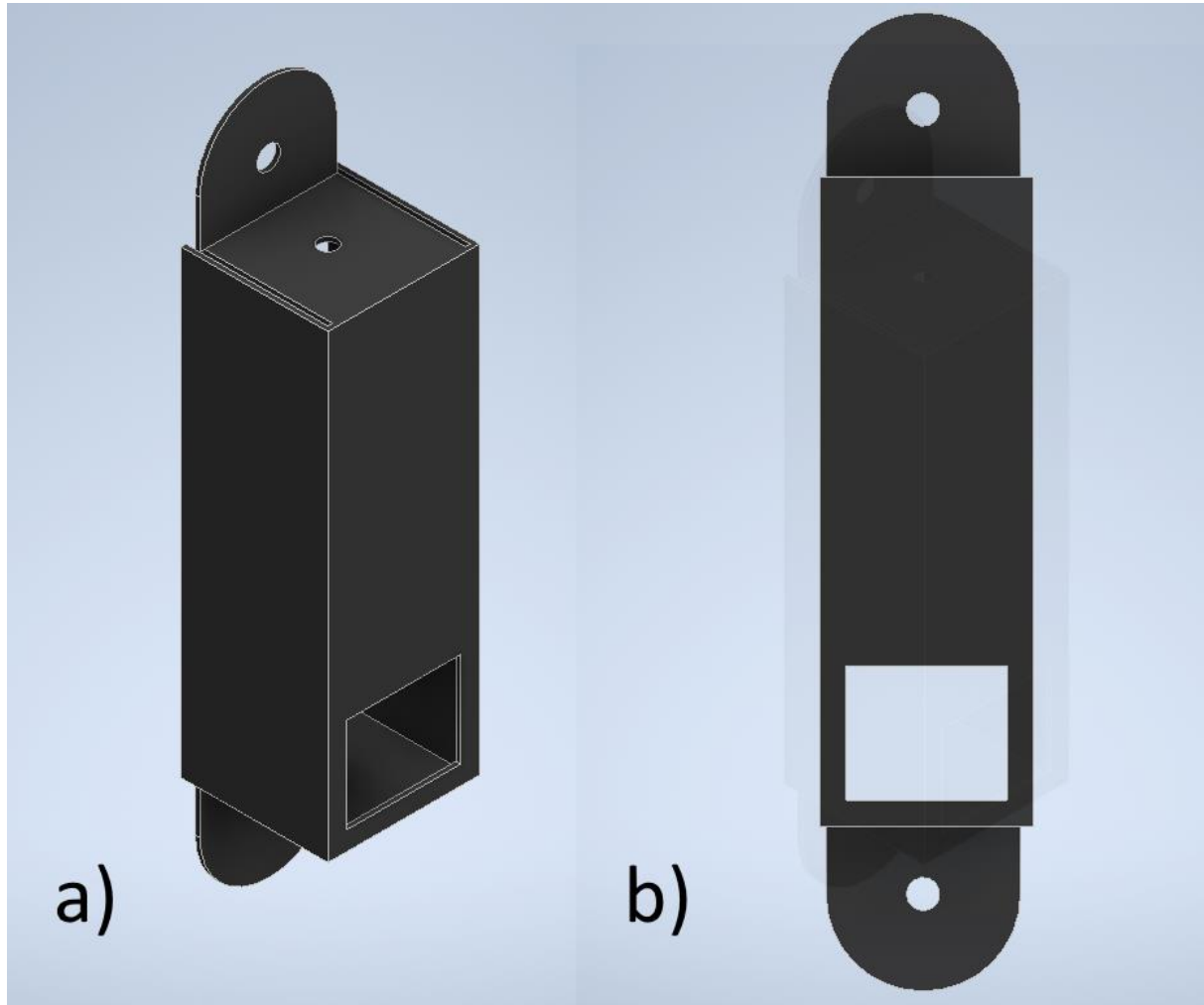
Förklaring till Figur 19:

1. Skruv
2. Kolv
3. Rör
4. Planpackning

Planpackningen (4) ligger i en försänkning i anslutningen som ej visas i figuren. Denna försänkning är något djupare än själva planpackningen så när produkten monteras fås där en liten kant. Så länge röret (3) ligger innanför kanten, det vill säga på planpackningen, kommer kolven (2) inte komma i kontakt med skruven (1). Figur 19 är inte skalenligt avbildad.

4.1.3 Hållaren

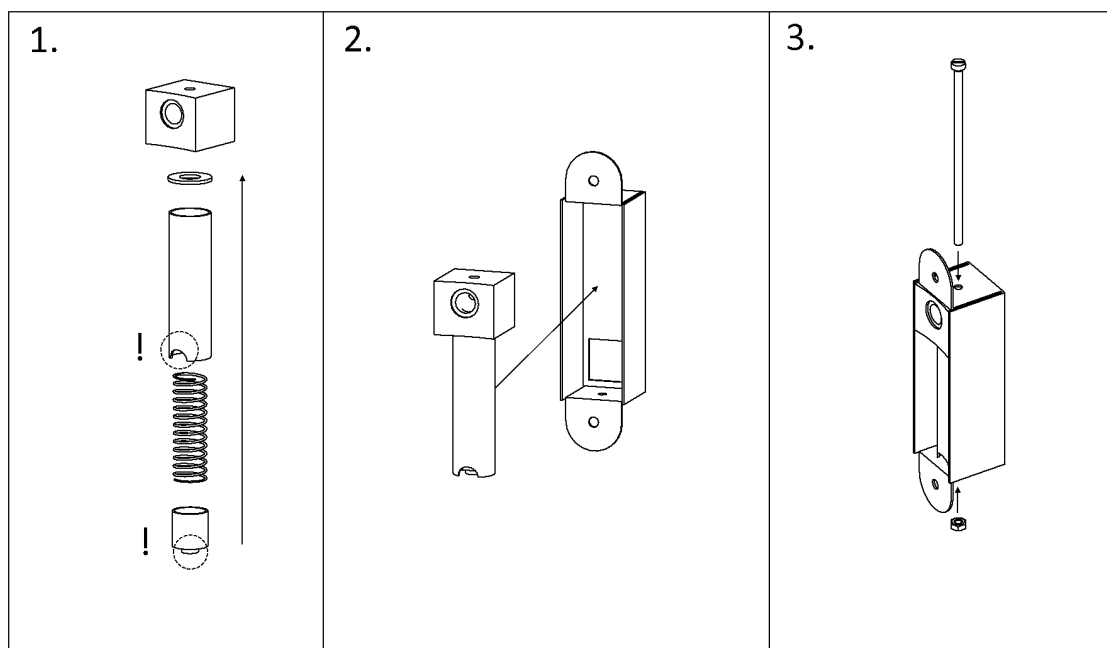
Hållaren, se Figur 20, är gjord utav bockad och lackad plåt. Plåten är bockad så att ett mellanrum på 1 mm finns mellan de övre och undre delarna och väggarna, se Figur 20 a). Givaren monteras i hållaren och sedan hålls allt på plats med hjälp av en genomgående skruv som fästs med en mutter. I Figur 20 b) syns inspektionsluckan i nedre delen och de övre och undre fästena. Det är med dessa fästen som hållaren fäster till filterhuset.



Figur 20: Hållaren

4.1.4 Monteringsanvisning för tryckgivarens komponenter

Under bristanalysen som redovisas i avsnitt 2.3.1 Bristanalys kom det fram att en av anledningarna till att Venturs tidigare lösning inte fungerade var för att produkterna var felmonterade. Av det skälet har en monteringsanvisning framtagits som visar hur produkten ska monteras samman korrekt. Denna kan ses i Figur 21 nedan, samt i bilaga E.



Figur 21: Monteringsanvisning

Anvisningen utgår enbart från bilder, symboler och siffror och visar hur produkten ska monteras innan leverans till kund. Under framtagningen av dessa instruktioner har strävan varit att de ska vara entydiga och lättöverskådliga.

5 Slutsatser

De slutsatser som kan fastställas är följande:

- Prototyper krävs för att verifiera att konstruktionen fungerar och se vad som kan förbättras eller ändras
- Monteringsanvisningen behöver ses över av flera personer för att se vilka missförstånd som kan uppstå
- På grund av att den framtagna lösningen kan monteras ned i sin helhet gäller att den:
 - är lättare att underhålla än de tidigare lösningarna
 - är lättare att kassera och återvinna än de tidigare lösningarna
 - är lättare att testa och felsöka än de tidigare lösningarna

6 Diskussion och fortsatt arbete

Lösningen som tagits fram utför huvudfunktionen på samma sätt som den nuvarande. De stora skillnaderna ligger i hur de är konstruerade. Den lösning som presenteras i den här rapporten är konstruerad utifrån att vara enkel på många sätt, vilket också betyder att kostnaden blir relativt låg. Nu inkluderades inte några kostnadsberäkningar i rapporten men tillverkningsmetoderna för de olika komponenterna är rationella och tillgängliga. Detsamma gäller för materialen, bulkplaster och stål har utnyttjats på grund av dess tillgänglighet och materialegenskaper. Att fyra av komponenterna går att producera på Venturs fabrik ger företaget själva större möjligheter vad gäller produktion och utveckling. Nästa steg för arbetet kring produkten är att ta fram prototyper och göra tester.

Sammanfattningsvis har arbetet lett till ett koncept som faller inom de ramar som uppdraget utgick ifrån.

Referenser

Asbhy, M., Cebon, D., Shercliff, H. (2007). *Materials: Engineering, processing and design*. (3. Uppl.). Elsevier Ltd.

Boyes, H.W. (2018). Pressure and vacuum measurement i *Marks' standard handbook for mechanical engineers*. (12. Uppl.). McGraw-Hill Education.

Evertsson, M., Melkersson K., Mägi, M. (2017). *Maskinelement*. (Upplaga 1:2). Studentlitteratur Ab, Lund.

Johannesson, H., Persson J-G., Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design*. (2. Uppl.). Liber AB.

Klason, C., Kubát, J., & Boldizar, A., Rigdahl, M. (Red.). (1978). *Plaster: Materialval och materialdata*. (5. Uppl.). Industrilitteratur AB.

Sadegh A.M., Worek W.M. (2018). *Marks' standard handbook for mechanical engineers*. (12. Uppl.). McGraw-Hill Education.

Bilaga A

Morfologisk matris

En morfologisk matris är en metod för att kombinera olika dellösningar för att framställa koncept. Dellösningarna kommer att beskrivas i större detalj under de av matrisen genererade koncepten.

De koncept som framställs här kommer att fungera som vidareutvecklingar utav Venturs egna tryckgivare. Detta är av intresse då man kan behålla de komponenter som fungerar och lägga fokus på att utveckla bristerna som fanns. Nya lösningar på befintliga fungerande lösningar kommer också läggas fram för att utforska en större lösningrymd.

Tanken bakom dellösningarna är att de ska finnas tillgängliga hos Venturs leverantörer eller gå att tillverka på deras egen fabrik. Ventur har i fabriken bland annat möjlighet att ta fram plast- och plåtdetaljer. De koncept som tas fram med matrisen är på många sätt vidareutvecklingar av Venturs första lösning, med maskinelement såsom skruvar, fjädrar och olika sorters tätningar finns tillgängligt hos flera olika leverantörer.

Matrisen presenteras i Tabell 2 nedan

Tabell 2: Morfologisk matris

Delfunktion #	Dellösning				
	A	B	C	D	E
1. Signalerar filterbyte	Färgmarkering	Lampa	Markeringar	Visare	
2. Reagerar på tryckändringar	Tryckfjäder med kolv	Dragfjäder med kolv			
3. Rymmer tryckanordning	Plaströr				
4. Ansluter till systemets tryck	Nippel	Pneumatisk koppling	Tätning		
5. Fäster på systemet	Dubbla fästen	Enkelt fäste	Fäster genom tryckanslutning		

Matrisen ger $4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 = 72$ olika koncept. Dellösning 4C och 5C går ej att kombinera då 4C inte kommer klara av att hålla fast tryckanordningen på egen hand. 8 koncept faller därför bort. Dellösning 4A och 4B kommer ej kunna kombineras med 5A då anslutningslösningarna fungerar som ett fäste i sig. På grund av det faller 16 koncept bort. Kvar blir då $72 - 24 = 48$ koncept. Av praktiska skäl kommer endast 4 koncept illustreras till en början, dessa väljs med så stor spridning som möjligt i dellösningsskombinationer. Av dessa är koncept 1 – 4 tänkta att täcka alla dellösningar, för att på så vis kunna utvärdera vilka dellösningar som fungerar bäst. Resterande koncept är framtagna efter

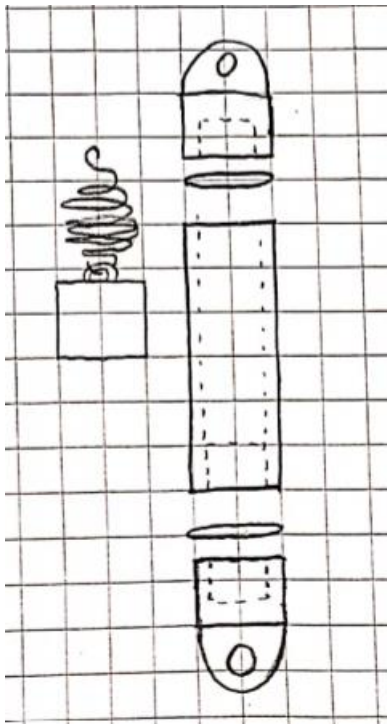
vad som tros kunna vara bra kombinationer. Senare utvärderingar kommer visa hur de olika dellösningarna ställer sig mot varandra, efter det kan eventuellt nya kombinationer genereras för att få den bästa kombinationen av dellösningar.

Notera att samtliga koncept har lösningen "Plaströr" till "Rymmer tryckanordning". Plaströrets funktion är att se till fjädern och kolven, som rör sig beroende på trycket i systemet, enbart rör sig i axiell riktning.

Bilaga B

Konceptkatalog

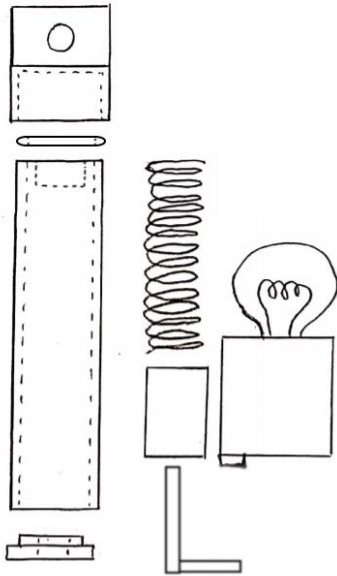
1



Figur 22: Koncept 1

Koncept 1, Figur 22. Består av två fästen, tre packningar, ett plaströr, en dragfjäder och en kolv. De två fästena är i grunden identiska, det övre behöver ett hål borrarat i toppen för att fästa dragfjäders samt tillåta luft att komma in under kolven. Utan fritt luftflöde över kolven bildas ett undertryck som kommer motverka produktens funktion. Dubbla fästen ger stabilitet men begränsar monteringsmöjligheterna på ventilationssystemet. Fästs genom att borra tre hål i ventilationssystemet. Två hål för fästena och ett hål för att tillåta luftflöde in i trycksystemet. O-ringar vid båda fästena sluter tätt och bidrar till att röret hålls på plats. Signalerar filterbyte genom att kolven är signalfärgad. När kolven kommer inom ett synligt område, som kan definieras antingen genom att tejpmarkeringar eller att fästena täcker delar av röret.

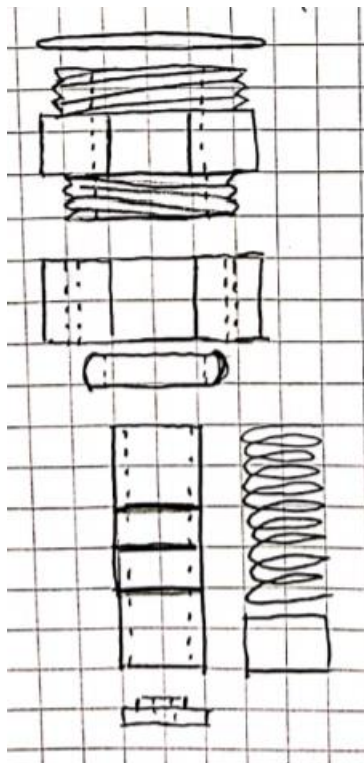
2



Figur 23: Koncept 2

Koncept 2, Figur 23. Detta koncept signalerar lågt tryck genom att en lampa tänds då kolven rör sig tillräckligt högt upp. Lampan drivs av antingen ett batteri eller genom anslutning till nätström. I botten på röret limmas ett litet lock fast, locket har ett hål i för att tillåta luft att komma in under kolven. Eftersom detta koncept enbart sitter fast med ett fäste finns möjligheten att vinkla anordningen. Detta kräver dock också att röret måste sitta fast i fästet, med exempelvis en skruv, utan att störa dess funktion. Under kolven sitter en arm som går igenom hålet i bottenlocket. När trycket sjunker åker kolven och armen upp och vid ett visst tryck når armen lampans armatur. Kretsen i armaturen sluts och lampan tänds som en signal på att filtret är i behov av att bytas.

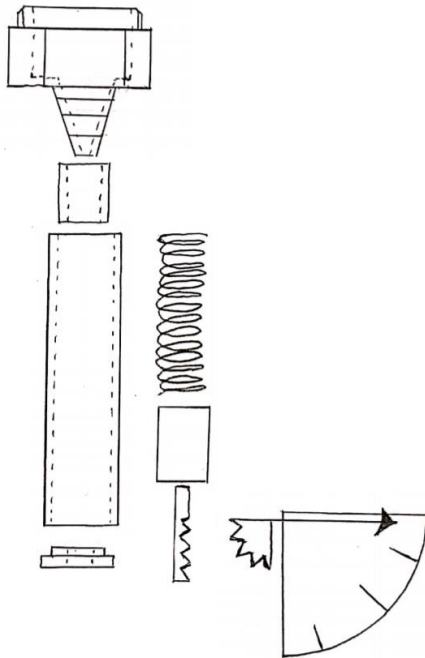
3



Figur 24: Koncept 3

Koncept 3, Figur 24. Markeringar på röret visar systemets tryckstatus. Fästs på ventilationssystemet med hjälp av en nippel. Två muttrar, en packning och gängtejp krävs för att få fästet lufttätt. Röret fästs i nippeln med hjälp av en kläring och eventuellt en stödhylsa. Många standardkomponenter gör att systemet är enkelt att underhålla och reservdelar finns att hitta i en vanlig järnaffär. I botten på röret limmas ett lock fast, locket har ett hål borrarat för att tillåta luft att komma in under kolven. Infästningen med nippel möjliggör flera positioneringsätt, som dessutom kan varieras med olika typer av nippel, exempelvis rak eller vinklad 90 grader.

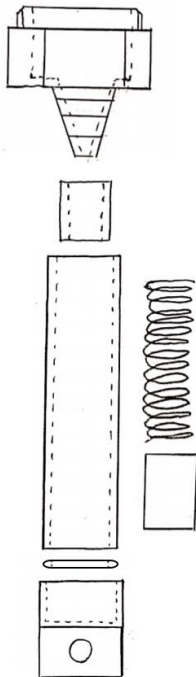
4



Figur 25: Koncept 4

Koncept 4, Figur 25. Ansluter till systemets tryck genom en pneumatisk koppling med tätningar. Under kolven sitter en kuggad stång som går igenom hålet i botten. Då kolven rör sig rör sig även stången vars kuggar är i ingrepp med ett kuggsegment som styr en visare. Bakom visaren är en tavla med markeringar och värden för tryck. Det värde visaren pekar på stämmer överens med värdet som fjädern känner av.

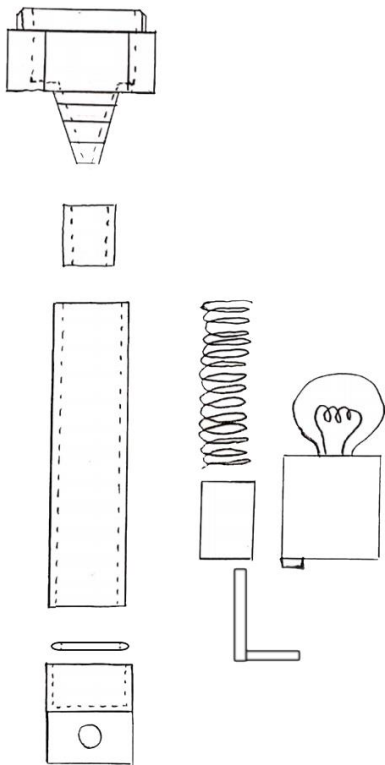
5



Figur 26: Koncept 5

Koncept 5, Figur 26. Det här konceptet ansluter mot ventilationssystemets tryck med en pneumatisk koppling. Det har även ett undre fäste som hjälper till att stabilisera och hålla produkten på plats. Tryckfjäder med kolv reagerar på tryckändringar och kan läsas av genom kolvens läge i röret.

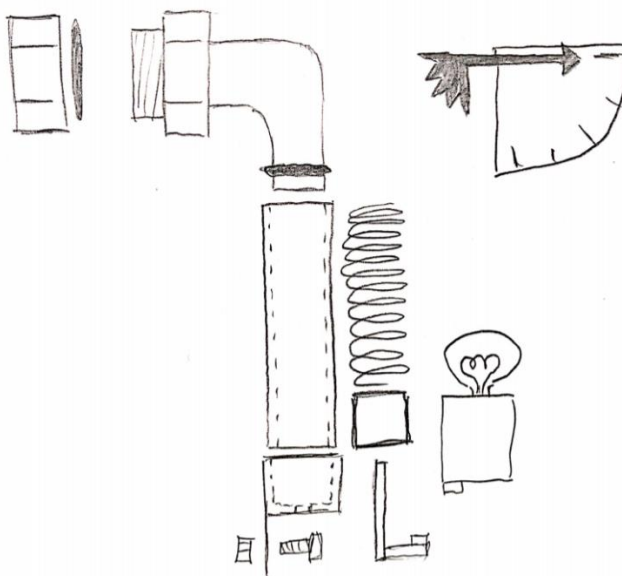
6



Koncept 6, Figur 27. Sammanslaget koncept som kombinerar "5" med "2". Konceptet ansluter mot systemets tryck med en pneumatisk koppling. Trycket kan avläsas genom att betrakta kolvens läge och dessutom signalerar en lampa då det når gränsvivåer. Skulle lampan inte fungera kan kolven avläsas.

Figur 27: Koncept 6

7



Koncept 7, Figur 28. Detta är det valda konceptet som består utav ett plaströr som kapas till lämplig längd med en tryckfjäder och plastkolv inuti. Denna anordning ansluter till systemets tryck med hjälp av en push-in koppling med O-ring i nitrilgummi. Andra änden av röret hålls på plats med hjälp av ett fäste som även håller fjäder och kolv på plats. I botten på detta fäste finns ett hål som tillåter luft att komma in under kolven, så att inget undertryck bildas där när kolven rör sig uppåt. Hålet tillåter även att tillbehör kan användas till tryckgivaren, så som lampa eller visare, genom att en arm fästs på kolven genom hålet.

Figur 28: Koncept 7

Bilaga C

Utvärderingsmatriser

Elimineringsmatris

I detta första steg av konceptutvärderingen ska de koncept som inte uppfyller kraven sällas bort, se Tabell 3.

Tabell 3: Elimineringsmatris

Lösning	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Passar företaget	Tillräcklig information	Beslut
1	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+
4	?	+	+	-	+
5	+	+	+	+	+

Kommentarer

Om koncept 2 drivs på batteri är detta ett osäkert val då batteriet måste kontrolleras.

Koncept 4 kan vara känsligt för vibrationer, även osäkert om anordningen sitter tillräckligt säkert, dessa problem skulle kunna lösas genom att använda ett fäste, men då försvinner möjligheten att vinkla anordningen. Konceptet går trots det vidare, bland annat för att kunna utvärdera dellösningen som signalerar filterbyte.

Första Pughmatrisen

I det här steget sker utvärderingen relativt ett referenskoncept. Vilket koncept eller lösning som är referens kommer variera i olika matriser, men till att börja jämförs koncepten mot Venturs nuvarande lösning. Under "Kriterium" återfinns de krav och önskemål som ställdes upp i avsnitt 3.1, det är utifrån dessa som koncepten kommer att jämföras med referenskonceptet.

I den första jämförelsen är tryckgivaren från Kärcher referens, se Tabell 4. Anledningen till vald referens är för att se hur koncepten ställer sig mot Venturs nuvarande lösning. Beroende av resultatet kan vissa koncept komma att modifieras eller helt nya koncept skapas. Efter jämförelsen förs en kort analys av utfallet.

Tabell 4: Första Pughmatrisen, se kriterier i Tabell 1 sida 11

Kriterium	Koncept							
	Kärcher	1	2	3	4	5		
1	R	0	-	+	+	0		
2	E	0	+	-	-	0		
3	F	0	0	0	0	0		
4	E	0	0	0	0	0		
5	R	0	0	0	0	0		
6	E	0	0	0	0	0		
7	N	0	0	0	0	0		
8	S	0	0	0	-	0		
Σ^+		0	1	1	1	0		
Σ^-		0	1	1	2	0		
Nettovärde		0	0	0	-1	0		
Rangordning		1	2	2	3	1		
Beslut		+	+	+	+	+		

Kommentarer

Koncept 3 och 4 får + på "Visar systemets status" eftersom de just visar nuvarande status med högre noggrannhet än Kärchers. De får däremot - på "Signalerar filterbyte" då de i nuvarande form kräver att betraktaren granskar värdena, till skillnad mot Kärchers tryckgivare som visar en signalfärg när filtret behöver bytas. Detta kan åtgärdas på olika sätt. En fråga som bör ställas är "vad är tillräckligt bra?". I det här fallet, för den här produkten, är ett exakt värde på trycket i systemet inte särskilt användbart. Viktigast är att betraktaren får reda på ungefär hur det står till och vilka gränser som finns på ett enkelt sätt. Koncept 4 som har en tavla med visare som tryckindikator kan kompletteras med någon typ av tydlig markering samt att visaren syns bra på avstånd. Men detta kan uppnås på ett enklare sätt med exempelvis 1 där kolven är signalfärgad. Genom att bara låta ett visst intervall på röret vara genomskinligt och specificera att när hela detta intervall täcks av kolven behöver filtret bytas. Funktionen uppfylls väl och konstruktionen är enklare och med färre ingående detaljer.

Koncept 2 får - på "Visar systemets status" då betraktaren inte kan bedöma vilka nivåer trycket befinner sig på. Det får dock + på "Signalerar filterbyte" då det mycket tydligt visar när filtret behöver bytas genom att lampan tänds.

Trots att koncept 1, 2, 3 och 5 får samma nettovärde ges de inte samma position i rangordningen. Detta då de har tilldelats negativa värden på vissa krav. Trots att de även har tilldelats positiva värden placeras de inte lika högt som de som varken presterar bättre eller sämre. Koncept 1 och 5 är i den här matrisen jämställda med referensen, en lösning som är bekräftad att fungera väl, varför de placeras först.

Andra Pughmatrisen

I den andra omgången väljs koncept 4 som referens, detta då den rangordnades sämst tidigare. Om placeringarna blir likadana som i första går utvärderingen över till nästa steg.

Tabell 5: Andra Pughmatrisen

Kriterium	Koncept							
	4	1	2	3	Kärcher	5		
1	R	-	-	0	-	-		
2	E	+	+	0	+	+		
3	F	0	0	0	0	0		
4	E	0	0	0	0	0		
5	R	0	0	0	0	0		
6	E	0	0	0	0	0		
7	N	0	0	0	0	0		
8	S	+	+	+	+	+		
Σ^+		2	2	1	2	2		
Σ^-		1	1	0	1	1		
Nettovärde		1	1	1	1	1		
Rangordning								
Beslut	-	+	+	+		+		

Kommentarer

Med 4 som referens får samtliga andra koncept samma nettovärde. Detta var något väntat då resultatet blev samma i förra matrisen. Andra Pughmatrisen gav insikten att en viktad Pughmatris kan vara användbar. Genom att ge kraven där koncepten presterar olika värden för hur viktiga de är för produkten som helhet kan en bättre helhetsbild ges.

Vidare fattas beslutet att ta bort 4 då det inte anses fungera lika bra som de andra koncepten. I stället tillkommer ett nytt koncept som blandar det bästa från de olika lösningarna utgående resultaten från matriserna.

Efter den här matrisen skapades koncept 6, se konceptkatalog bilaga B.

Viktad Pughmatris

De krav där de kvarvarande koncepten skiljer sig åt på är 1 och 2. Själva huvudfunktionen, 2: visar systemets status, anses vara viktigare än delfunktionen 1: Signalerar filterbyte. Detta då det är av större vikt att veta att filtret behöver bytas snarare än om det snart behöver bytas. Kraven viktas därför enligt Tabell 6 och är införda i Tabell 7.

Tabell 6: Viktning av krav

Krav #	Beskrivning	Vikt
1	Visar systemets status	1
2	Signalerar filterbyte	2

Tabell 7: Viktad Pughmatris

Kriterium (vikt)	Koncept							
	Kärcher	1	2	3	6	5		
1 (1)	R	0	-	+	0	0		
2 (2)	E	0	+	-	+	0		
3	F	0	0	0	0	0		
4	E	0	0	0	0	0		
5	R	0	0	0	0	0		
6	E	0	0	0	0	0		
7	N	0	0	0	0	0		
8	S	0	0	0	0	0		
Σ^+		0	2	1	2	0		
Σ^-		0	1	2	0	0		
Nettovärde		0	1	-1	2	0		
Rangordning		3	2	4	1	3		
Beslut		+	-	-	+	-		

Kommentarer

Viktningen gav nytt perspektiv på koncepten och rangordningen blev annorlunda. Beslutet att gå vidare med 6 motiveras med att konceptet placerades högst i rangordning. Att gå vidare med 1 och inte 2 trots att den senare rangordnats högre är för att 6 fyller samma funktion till troligtvis mycket snarligt pris som 2. Koncept 1 å andra sidan signalerar inte lika tydligt att filtret är i behov av att bytas men den enkla lösningen kan bidra till att den blir med kostnadseffektiv, detta måste dock undersökas, varför konceptet går vidare.

Kesselringmatris

I detta tredje och sista steg av utvärderingen kommer utvalda koncept jämföras med varandra med viktade önskemål.

Tabell 8: Kesselringmatris

Önskemål		Koncept					
		Ideal		1		6	
	w	v	t	v	t	v	t
10: Enkel att montera	5	5	25	4	20	3	15
11: Enkel att underhålla	3	5	15	3	15	3	12
12: Få antal komponenter	4	5	20	5	20	4	16
T= $\sum t$		60		55		43	
T/Tmax		1		0,92		0,72	
Rangordning		-		1		2	

Kommentarer

1 får fyra av fem poäng på "enkel att montera" eftersom det krävs två verktyg för att montera produkten, en skruvmejsel och en blocknyckel. Fyra av fem poäng på "enkel att underhålla" då konceptet inte kan monteras ned för underhållning utan att komma åt inifrån, dessutom krävs två verktyg. Konceptet får dock full poäng på "få antal komponenter" och detta motiveras med att konstruktionen, trots sin enkelhet, kan uppfylla sin funktion med 10 - 11 komponenter, inklusive skruv och mutter.

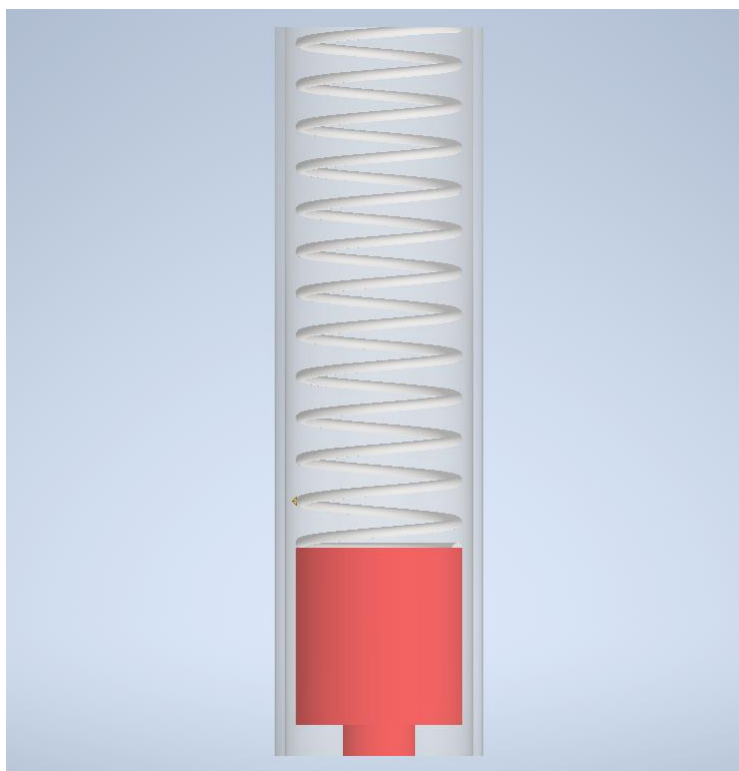
6 får tre av fem poäng på "enkel att montera" eftersom det krävs totalt fyra verktyg för att montera konceptet. Tre blocknycklar och en skruvmejsel krävs för montering. På "enkel att underhålla" får konceptet tre av fem poäng eftersom nedmontering för underhåll kräver att sektionen som givaren sitter på också måste monteras ned. Dessutom krävs minst två verktyg för nedmontering beroende på typen av underhåll. Konceptet får fyra av fem på "få antal komponenter".

Bilaga D

Lösningens utveckling

Under det här avsnittet presenteras vidareutvecklingen av det valda konceptet som till slut gav den framtagna lösningen. Utvecklingen började med utgångspunkt i en konceptskiss som sedan blev flera CAD-modeller efter några ytterligare skisser på vidareutveckling. Främst två övergripande områden valdes att fokusera på under vidareutvecklingen: Montering av själva givaren och montering av givaren på systemet. Ledorden under utvecklingen har varit enkelhet och lufttätet.

Två olika typer av givare vidareutvecklades. De använder samma grundkonstruktion för själva "givardelen" men monteras ihop och fäster på systemet på olika sätt. En använder en pneumatisk koppling och den andra en egen lösning med tätningar. Det som de har gemensamt är hur de reagerar på tryckskillnader. Denna del består utav ett plaströr, en fjäder och en kolv, se Figur 29.



Figur 29: Rör, kolv och fjäder

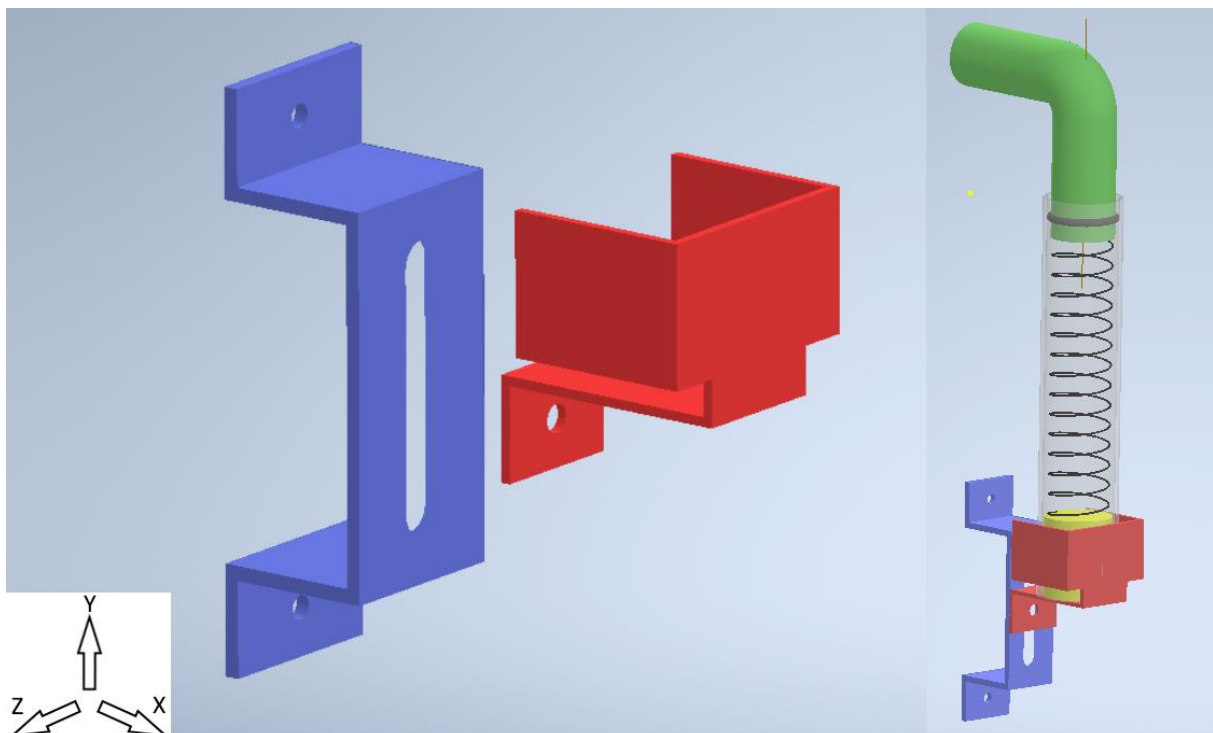
Röret ansluter till systemets tryck ovanifrån. Det medför att tryckskillnaden som verkar över kolven resulterar i en kraft uppåt i figuren. Denna kraft verkar i sin tur på fjädern som trycks ihop. Viktigt i sammanhanget är alltså de fyra angivna förutsättningarna i Tabell 9.

Tabell 9: Förutsättningar för att produkten ska fungera

1.	Fjädersn måste ha stopp överst på röret
2.	Kolven måste stopp nederst på röret
3.	Koppling mellan rör och system måste vara tät
4.	Luft måste komma in under kolven för att motverka undertryck

Pneumatisk koppling

Till en början utvecklades givaren med pneumatisk koppling. Denna lösning ansluter till systemet med en 90° koppling som tätas mot systemet med mutter och o-ring. Till röret ansluts kopplingen med o-ring, se till höger i Figur 30.



Figur 30: Koncept med pneumatisk koppling

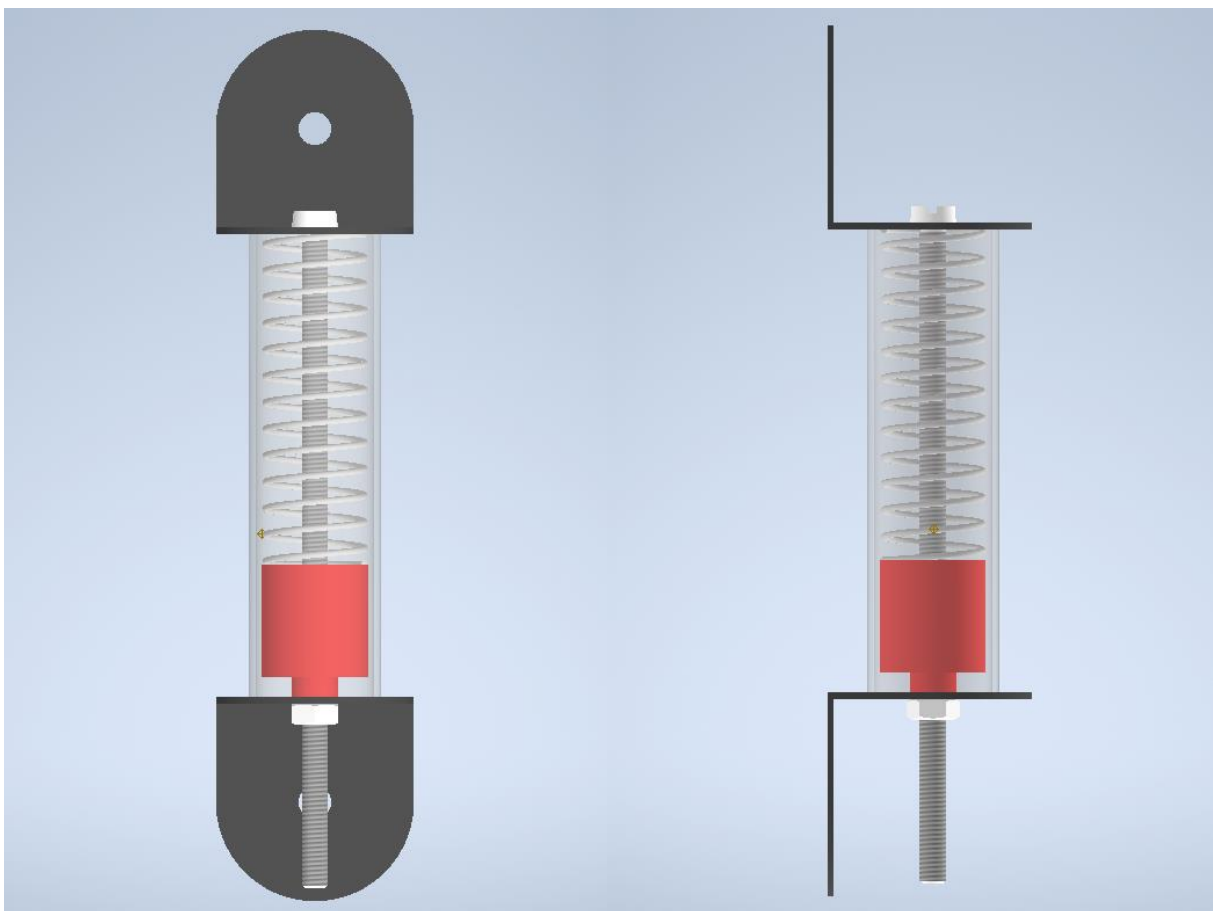
För att säkerställa att röret med fjäder och kolv monteras korrekt i X- och Y-led utvecklades ett fäste i bockad plåt, se Figur 30, vänster. Den blå delen av fästet skjuter ut från systemet så att röret inte ansluter snett till den gröna kopplingen i X-led, se Figur 30, höger. Den röda delen av fästet skruvas fast på den blå med skruv och mutter. Den går därefter att justera i Y-led så att o-ringen hamnar rätt i röret och så att fjädern kommer i kontakt med både kolven och kopplingen. Problemen kan sammanfattas enligt följande:

1. Den gröna kopplingen, se Figur 30, stoppar fjädern
2. Det röda fästet stoppar kolven
3. Den svarta O-ringen tätar
4. Ett hål i botten på det röda fästet släpper in luft

”Specialkoppling”

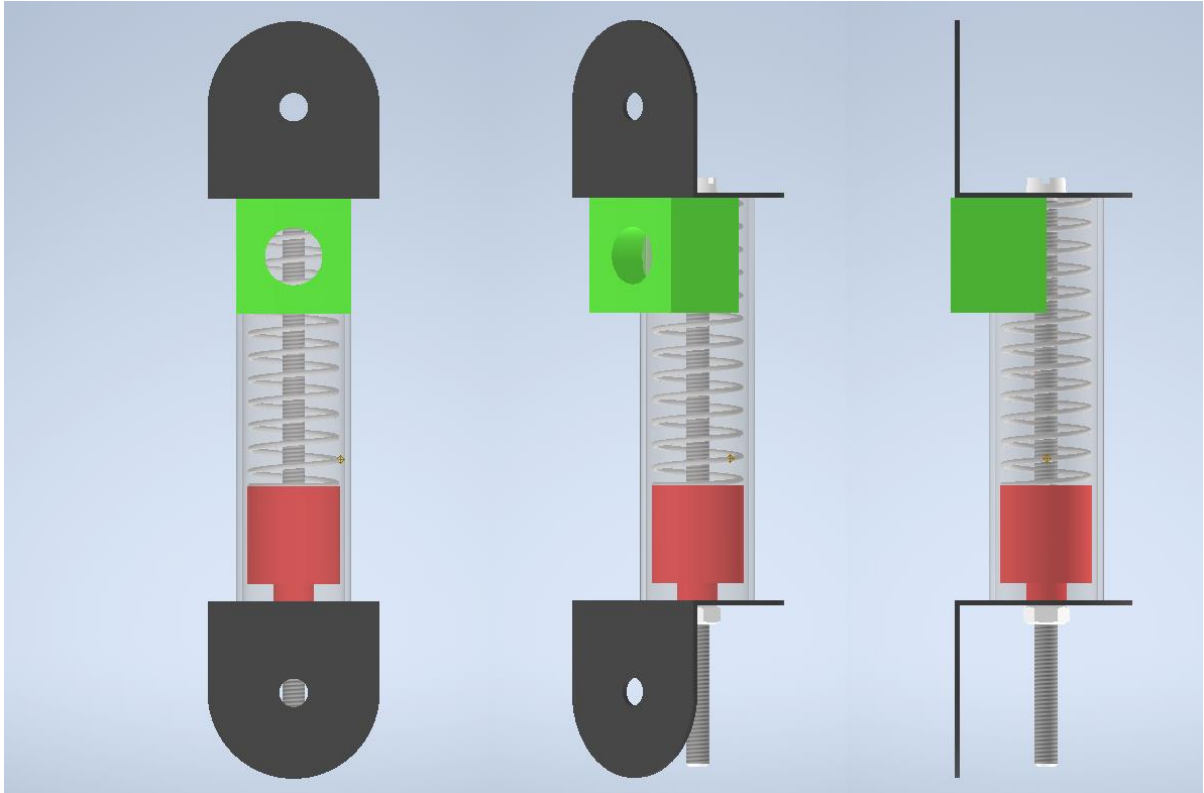
Den här lösningen utvecklades utifrån att försöka finna en konstruktion med så enkla och billiga komponenter som möjligt. Utvecklingen följde i princip tabell 9 i ordningsföljd.

Den första skissen innefattade att röret, fjädern och kolven hölls samman med hjälp av en skruv rakt igenom hela konstruktionen med en bricka i vardera änden för att hålla allt på plats. Av stor vikt i denna konstruktion är att spelet mellan kolv och rör måste vara mindre än spelet mellan kolv och skruv. Annars kan kolven fastna i skruvens gängor, en delvist gängad skruv, alternativt en pinnskruv med gängor i ändarna, hade varit att föredra men Venturs leverantör av skruv hade ingen som var tillräckligt lång. Denna skiss vidareutvecklades i CAD till att brickorna i stället var fästen av böckad plåt enligt Figur 31.



Figur 31: Rör med fästen

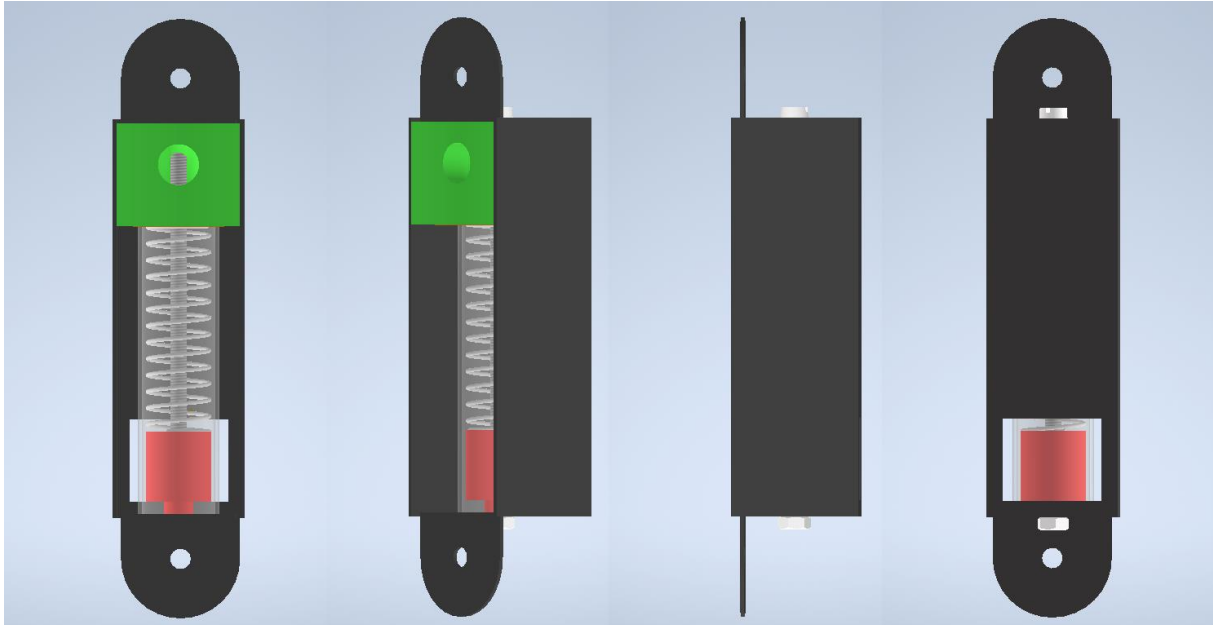
Tanken var att dessa fästen skulle fästa på ventilationssystemet. För att ansluta denna lösning till systemets tryck studerades geometrin och från vilken riktning givaren skulle kunna ansluta till ventilationssystemet. Först studerades möjligheten att ansluta från sidan med hjälp av en packning formad för att omsluta såväl röret som ventilationssystemet, se grön detalj i Figur 32. Denna packning skulle tryckas på plats när fästena monterades på ventilationssystemet och ansluta till givaren genom ett hål.



Figur 32: Specialpackning

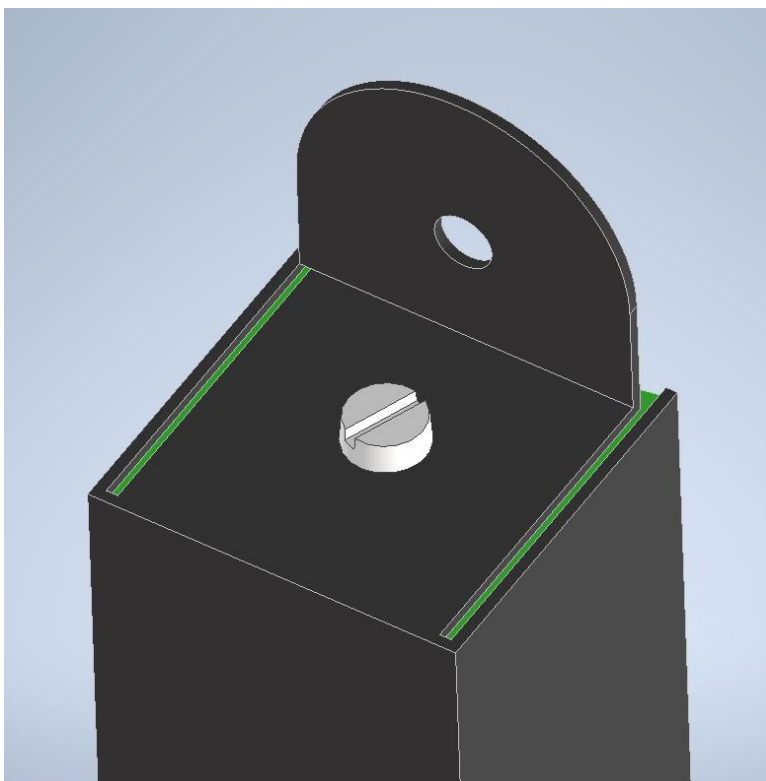
Nackdelen med den här lösningen är att luftflödet över kolven, och därmed också trycket som påverkar den, minskar då fjädern trycks ihop. Då fjädern trycks ihop minskar avståndet mellan varje fjädervarv. Bottenar fjädern blir inte kraften som trycket medför på kolven stor nog. Fjädern kommer då trycka ned kolven igen tills kraften från trycket blir större och övervinner fjädern. Kolven kan då hamna i en svängningsrörelse vilket kan medföra oljud eller andra oönskade bieffekter. Tester krävs dock för att bekräfta detta.

Efter denna lösning undersöktes hur röret skulle kunna koppla till systemets tryck ovanifrån. Lösningen var en specialtillverkad detalj i plast, se grön detalj i Figur 33. Denna fäster ovanpå röret med hjälp av den genomgående skruven. Mellan denna detalj och röret sitter en packning som tätar luftflödet.



Figur 33: Nytt fäste och anslutning

I stället för bricker eller fästen har den här lösningen en skyddsplåt med inspektionslucka. Plåten är bockad så att den får fästen likt den föregående lösningen i Figur 31. När skyddsplåten skruvas fast på systemet med givaren i pressas en planpackning ihop vid hålet till kopplingen och tätar luftflödet. Plåten är bockad så att ett visst spel erhålls mellan hållarens sidoväggar och kortsidor, se Figur 34.



Figur 34: Detaljbild av bockningen

Detta medför att dess ändytor kan fjädra så att delarna inuti kan klämmas samman på längden. Eventuellt kan en packning vara nödvändig mellan det övre fästet och den långa skruven, som syns i Figur 34.

Enkel att underhålla

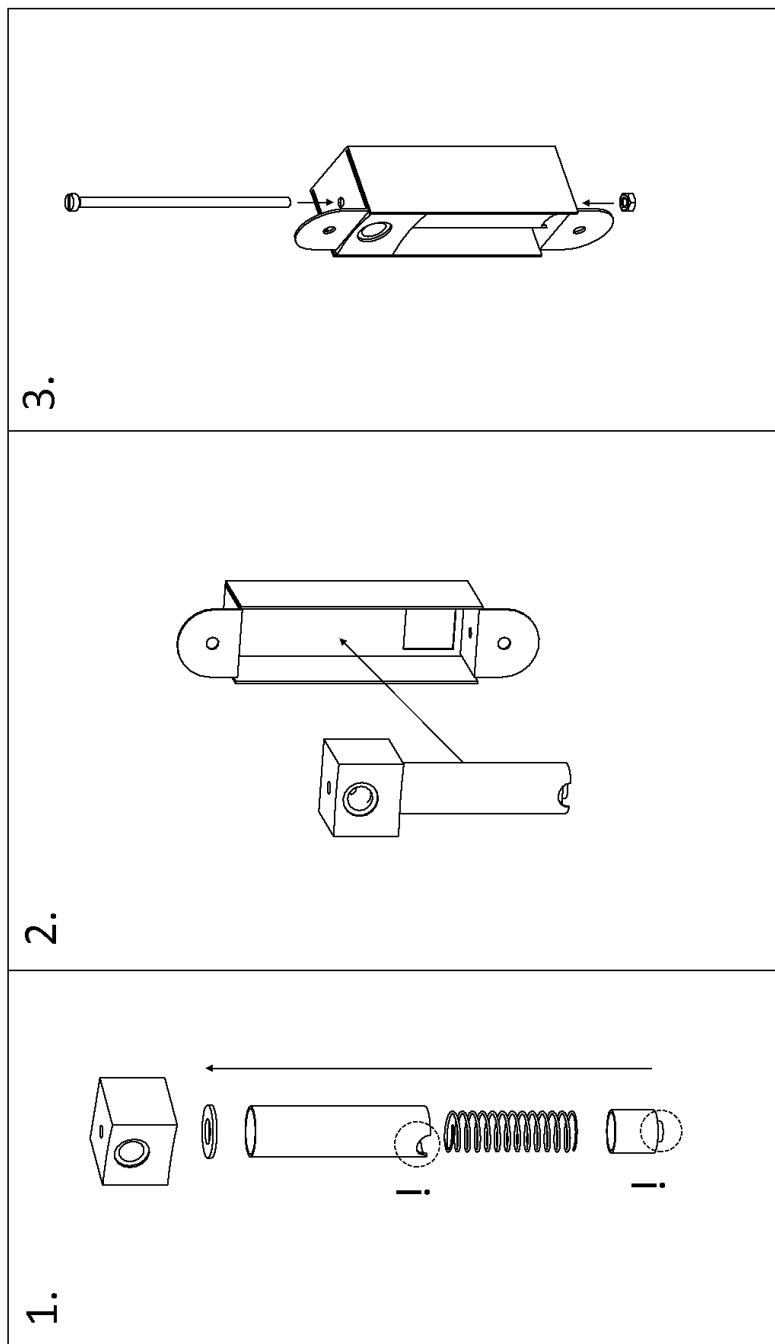
För att underlätta både underhåll och montering fastställs här att givaren kommer monteras på filterhuset. Motiveringen bakom detta är att filterhuset är anpassat för att enkelt kunna plockas ned samt att positionen möjliggör att produkten fungerar till fler modeller under ett utförande. Genom att använda en vek fjäder som trycks ihop under normala driftsförhållanden signalerar givaren att filtret behöver bytas då flödet genom filterhuset är för lågt. Kolven kommer då att åka ned för att fjädern inte trycks ihop. Utförandet medför att enbart det nedre gränsvärdet för flödet behöver vara känt för att dimensionera fjädern. Det medför dock även att lösningen med lampan som tänds måste omkonstrueras. Med det nuvarande konceptet för lampa kommer lampan att vara tänd när fläkten är avstängd, eftersom kolven då kommer vara i läget för att signalera filterbyte.

Enkel att montera

För att underlätta monteringen togs monteringsanvisningar fram.

Bilaga E

Monteringsanvisning



Figur 35: Monteringsanvisning stor bild