

8. Verifiera och utvärdera konceptet

För att avgöra hur vida den utvecklade konstruktionen lever upp till de tidigare fastställda mål och önskemål som fastställts, tillverkades en prototyp, som därefter jämfördes med den befintliga konstruktionen av SCREEDRY. Genom att ett visst antal väsentliga tester valts ut och utförts, kunde sedan funktionerna verifieras och utvärderas för att slutligen leda fram till ett resultat.

8.1 Prototyp tillverkning

Vid prototypframställningen skapades en 3D-modell och ritning i Catia. Modellen av mätkammaren skickades till Digital Mechanics i Västerås för framställning genom rapid prototyping då mätkammarens utformning lämpade sig för valet av denna framställningsmetod. Fot och ben framställdes i prototypplabbet på Chalmers. Foten och benet är i dagsläget av praktiska skäl sammanfogade med en metallskruv. I den slutgiltiga konstruktionen ska dock sammanfogningen ske med en plastskruv, då detta efter användning underlättar demonteringen av konstruktionen.

För att möjliggöra tillverkning av kammaren via rapid prototyping, modifierades några detaljer på ritningen. Mindre detaljer avlägsnades och en del detaljer tillkom såsom splines invändigt i mätkammaren. Dessa tillkom för att eliminera risken för vakuumbildning vid höjjustering. Även radier på vissa kanter lades till, då det minskar risken för sprickbildning. Det ringformade spåret för centrerad placering av sensorn avlägsnades då den ansågs för liten och svårtillverkad. För god passning gjordes även spåret på benet för gummiringen djupare.

8.2 Funktionellt test

Genom ett funktionellt test kunde en utvärdering av prototypen göras, därigenom konstaterades hur väl den utvecklade prototypen fungerar.

Följande tester har genomförts:

- Stabilitetstest
- Ihoptryckningstest
- Flytttest
- Synlighetstest

För att kunna jämföra prototypens och originalproduktens konstruktioner samt utvärdera huruvida funktionerna förbättrats, genomfördes testerna på både SCREEDRY och prototypen. Dock genomfördes inte ihoptryckningstestet på SCREEDRY då denna höjjusteras med hjälp av en skruv.

Andra tester som är nödvändiga för att säkerställa den nya produktens huvudfunktion är fuktmätningstest och knäcktest. Dessa har dock utelämnats på grund av tidsbrist och avsaknad av material: en prototyp med kemiska fuktmätaregenskaper saknas, samt fler prototyper behövs eftersom knäckningen förstör produkten.

8.2.1 Stabilitetstest

Stabilitetstestet genomfördes genom att en dynamometer fästes i konstruktionens ovankant. Därigenom kunde den kraft som krävs för att få konstruktionen att glida respektive välta mätas. Testet genomfördes på en torr betongplatta. I tabell (1) visas resultatet av stabilitetstestet för SCREEDRY och prototypen.

Tabell (1). Utfall av stabilitetstestet.

	SCREEDRY	Prototyp
Glida	>0 N (välter direkt)	0.2-0.3 N
Välta max mätdjup	>0 N (Välter direkt)	0.2 N
Välta min mätdjup	< 0.02 N	0.3 N

Stabilitetstestet visar att prototypen har fördelar jämfört med originalprodukten, då den befintliga konstruktionen kräver obefintlig eller mindre kraft för att destabiliseras. Medan prototypen kräver en större kraft för att destabiliseras, vid både maximalt och minimalt mätdjup. Det kan antas att de uppmätta kraftmarginalerna för prototypen inte överskrider vid användning. En anmärkning är dock, att det kan vara av intresse att ta hänsyn till de krafter som uppkommer av vågrörelser i avjämningsmassan vid användning. Detta eftersom det framkommit att dessa vågrörelser är en viktig orsak till att produkten tenderar att välta då den placerats ut före avjämningsmassan. Att mäta dessa krafter kräver dock utrustning som saknas i detta projekt.

8.2.2 Ihoptryckningstest

Detta test genomfördes för att se hur stor kraft som behövs för att dra isär respektive trycka ihop prototypen. Testet genomfördes genom att vikter placerades på prototypen tills den började tryckas ihop. Kraften som krävdes var 4.5-5 N.

Det är rimligt att anta att denna kraftmarginal är tillräcklig för att hålla en konstant höjdinställning under hela mätningen. Maximalt tryck och maximal flytkraft bör understiga dessa värden då tyngden på gummipackningen från vikten av kammare och hatt är ca 0.16 N och maximal flytkraft från kammaren vid maximalt utdraget läge är ca 2.6 N.

Användaren bör med lätthet kunna uppbringa en kraft på 4.5-5 N för att utföra höjdinställningen.

Ihoptryckningsmomentet ger fördelar till den nya produkten i och med att det är tidsbesparande och enkelt att justera höjden jämfört med att använda skruvfunktionen hos originalprodukten. Den enda konstaterade svagheten med flexibiliteten hos ihoptryckningsmomentet är att det i värsta fall kan minska mätsäkerheten om glidning uppkommer p g av toleransfel.

8.2.3 Flytttest

På grund av praktiska skäl genomfördes flytttestet i vatten. Varken originalprodukten eller prototypen visade sig flyta. I avjämningsmassa med en högre densitet än vatten, ökar flytkraften och därmed ställs större krav på hög densitet. Resultatet visar på en fördel till prototypen jämfört med originalet, eftersom prototypen har en högre densitet i och med dess tyngd i underdelen. Därmed är risken mindre att den utvecklade modellen flyter upp eller förflyttar sig då avjämningsmassa hålls ut efter det att konstruktionen placerats ut, än vad som gäller för den befintliga konstruktionen.

Under testet observerades även att tendenser till en viss flytkraft har en positiv stabiliserande effekt i sidled på konstruktionerna. Denna effekt märks mest på Screedry då den är mer instabil än prototypen. Orsaken till den balanserande effekten torde vara luftrummet i kammaren.

8.2.4 Synlighetstest

Synlighetstestet genomfördes i en dunkel miljö. Prototypen och SCREEDRY placerades jämte varandra och den visuella bedömningen gjordes på ett avstånd av tio meter. Utfallet blev att prototypen är mer synlig än SCREEDRY.

8.3 Analys av måluppfyllnad

Genom de tester som genomförts, konstateras att prototypen och därmed så till lika den nya produkten uppfyller de viktiga kundkrav och önskemål som redovisats i tidigare inlämningsuppgift. Slutsatser kan dras till att den utvecklade modellen av SCREEDRY uppvisar ett bättre resultat än originalprodukten på samtliga testers förutbestämda grundkrav.

Trots att inget fuktmätningstest har kunnat genomföras kan slutsatsen dras att den nya produkten har bättre mätsäkerhet. Detta konstaterande grundar sig på att den utvecklade modellens mätkammarvolym är oberoende av höjdinställning och därmed är konstant. Vidare kan nämnas att fuktintagen är de enda möjliga gränssnitt där fukt kan ta sig in till sensorn.

Felkällor som kan leda till missvisande resultat är:

- Flyttestet gjordes i vatten istället för avjämningsmassa.
- Stabilitetstestet gjordes i luftmiljö på en betonglik yta istället för i avjämningsmassa på en betongyta.

I Tabell (2) nedan har resultaten av mätningarna översatts till uppfyllnad av kravspecifikationen. Med vissa undantag har de flesta av kraven kunnat bekräftats. Dock saknas uppgifter för vissa av kraven p g av material- och tidsbrist för att utföra nödvändiga tester.

Tabell (2) Måluppfyllnad för den nya produkten.

nr	Huvudfunktioner	Mätetal	Uppfylls av ny produkt
1a	Sensor mäter fukt	100 % - 85 % relativ luftfuktighet	Ja
2a	Anordning påvisar torrhet	85 % relativ luftfuktighet	Ja
nr	Stödfunktioner	Mätetal	
1b	Hölje garanterar sensorns höjdläge	Sträcka från underlag till filter \pm 2 % av riktvärde	Ja
2b	Hölje garanterar horisontellt läge	\pm 1 mm	Ja
3b	Hölje garanterar vertikalt läge	\pm 1 mm	Ja
4b	Hölje stöder mot underlag	80 % av kontaktyta	Ja
5b	Hölje tillåter exakt justering av läge	\pm 0.75 mm	Ja

nr	Oönskade funktioner	Mätetal	
1c	Anordningen orsakar hål	Volym < 177 mm ² * djup	Uppgifter saknas
2c	Anordningen ändrar läge	± 2 mm i alla riktningar	Ja om kraft < 0.2 N
3c	Anordningen visar fel mätvärden	± 3 % korrekthet	Uppgifter saknas
4c	Anordningen döljer sin placering	Synlig från 5 m avstånd i dämpad belysning av vuxen med normalsyn.	Ja
nr	Tilläggsfunktioner	Mätetal	
1d	Topp synliggör anordning	Synlig från 5 m avstånd i dämpad belysning av vuxen med normalsyn.	Ja
2d	Topp avvisar smuts och betong	Mätvärden ska kunna avläsas i 100 % AV FALLEN	Ja
3d	Mätkammaren garanterar friläggning av sensor	I 100 % av fallen	Ja
4d	Yttre hölje ger image	Produkten ger ett avancerat och trovärdigt intryck hos 80 % av tillfrågade intressenter.	Uppgifter saknas
5d	Hållare tillåter produktens avlägsnande	80 % av produkten s ingående delar	Ja
6d	Utformning förklarar användning	90% av vuxna deltagande i testgrupp förstår hur anordningen används.	Uppgifter saknas
7d	Utformning motverkar skada på underlag	Ingen sprickinitiering i 95 % av genomförda tester	Uppgifter saknas
nr	Tillverkning	Mätetal	
	Tillverkningstid	< 20 min	Uppgifter saknas
	Antal tillverkningssteg	< 14 (SCREEDRY)	Ja
	Materialkostnad	< 16 kr/1 produkt	Uppgifter saknas
	Tillverkningskostnad	≤ 86 kr/ produkt (SCREEDRY)	Uppgifter saknas
	Antal komponenter	<13 st	Ja
nr	Installering	Mätetal	

	Antal installeringssteg \leq 4	Ja
	Antal felkällor \leq 5	Ja
nr	Avveckling	Mätetal
	Ej miljöfarlig	Kan efter användning sorteras som 100 % brännbart avfall
		Nej