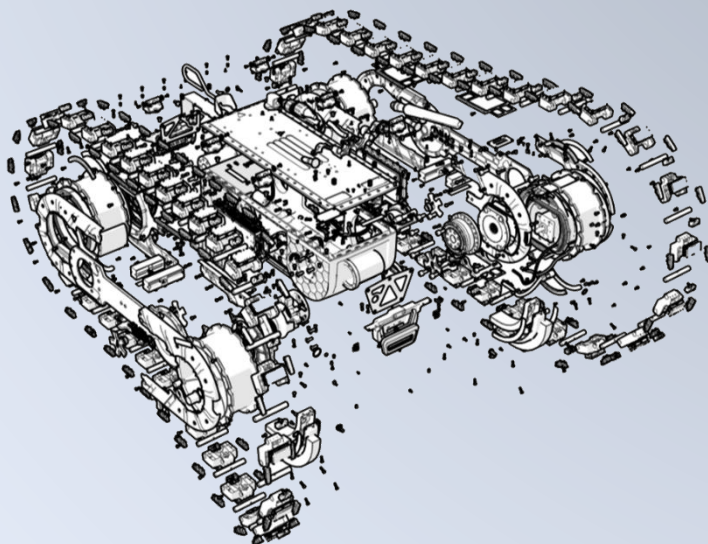




KOSTOPTIMERING AF MAGNETISK CRAWLER ROBOT



Projektet opsummeret

Overordnet mål

At reducere kostprisen tilstrækkeligt til at kunne tilbyde den robotten til en række store projekter, så CLIIN vælges som hovedleverandør fremover.

Successkriterier

Et klart og målbart successkriterie, er at sænke robotens totale kostpris med 33% og antallet af dele fra 1300 til 800

Forventede resultater

- Et mere konkurrencedygtigt produkt, som åbner op for, at CLIIN Robotics bedre kan konkurrere med de etablerede og miljøbelastende løsninger, som findes på markedet i dag.
- Yderligere skulle projektet gerne føre til en forøgning i CLIIN Robotics' danske produktion fra 2 til 10 medarbejdere over de næste 2 år.

Opnåede resultater

- 44% reduktion i kostpris
- 37% reduktion i antallet af parter, som indgår i samlingen (reduceret fra 1332 til 838 parter)
- Forsimplet samling og vedligehold - reduceret samletid fra 6 til 2 timer



Indholdsfortegnelse

1. Projektbeskrivelse og formål	2
2. Projektets aktiviteter og tidsplan.....	3
3. Resultater	4
3.1 Konfigurationsoversigt	7
3.2 Vedligehold for slutbrugeren	8
3.3 Øget konkurrencedygtighed og produktionsudvidelse.....	9

1. Projektbeskrivelse og formål

CLIIN Robotics leverer robotter, der kan hæfte på stål vha. magneter og klatre i højden. Disse robotter bruges fortrinsvist til miljøvenlig rensning af lastrum på store skibe, så der spares store mængder kemikalier, der ellers var skyllet i havet og til fjernelse af begroning på skibsskrog med henblik på brændstofbesparelser (og dermed CO₂), samt en løsning til rensning af olietanke indvendigt og udvendigt. Desuden sælges samme robot, som en universal robot til shipping og offshore, til at bære kunders eget udstyr til forskellige formål. CLIIN Robotics har brugt de seneste 6 år på den tekniske udvikling af robot og udstyr til de forskellige miljørigtige renseopgaver, samt erhvervelse af tilhørende patenter.

Robotten er nu færdigudviklet rent funktionelt, men da robotten er udviklet over en lang periode, er selve opbygningen blevet relativt kompleks, da der løbende er kommet flere krav til, hvilket betyder, at robotten, som bliver produceret i Danmark, har fået en meget høj kostpris. Dette skyldes primært, at flere dele i robotten er dele produceret i dyre støbeforme, som vi ikke har ønsket at ændre, før designet var på plads.

CLIIN Robotics har fået forespørgsler om samarbejdsaftaler og rammeaftaler med Hempel (konfidentielt) og HullROver (ligeledes konfidentielt), på et større 3-cifret antal robotter. Desuden er CLIIN udvalgt, sammen med Hempel, til at deltage i et større EU-project, "SHEREC", hvor robotten skal bruges til Ship-demolition. Fælles for alle tre projekter er, at de finder robotten på nuværende for dyr og kræver en væsentlig prisreduktion, for at kunne lave en positiv business case.

Da arbejdslønnen på vores produktion er høj (da den ligger i Danmark), samt produktet er relativt komplekst, er der brug for at lave et udviklingsforløb omkring vores grundrobot, som sænker kompleksiteten, samt finder andre og billigere alternativer til de nuværende løsninger, da vi fremover stadig ønsker at holde produktionen i Danmark og bevare vores konkurrenceevne.

En lavere kostpris skal ligeledes sikre vores konkurrenceevne i et marked, hvor der kommer flere og flere robotløsninger til shippingindustrien.

Vores primære mål er at sænke kostprisen med 33%. Dette vil vi opnå ved at afholde workshops og indgå samarbejder med flere danske produktionsvirksomheder indenfor støbning, bearbejdning af maskindele samt danske motorproducenter (heriblandt nævnes ANR maskinværksted, CC Plast, EH Stålværksted og ELMEQ), hvorigennem antallet af komponenter i robotten forsøges reduceret fra ca. 1300 dele til 800 dele. Funktionaliteten af robotten må ikke kompromiteres i forløbet, og denne skal testes, når den første prototype er klar.

Det primære formål med kostreduktionen er, at accelerere udbredelsen af de grønne løsninger, som vi tilbyder, skabe finansielt grundlag for at skalere vores egenproduktion og derved skabe vækst og arbejdspladser i CLIIN Robotics.

Den Danske Maritime Fond, har tidligere støttet HCR-projektet og udviklingen af grundrobotten, som nu er klar til at operere på et skrog.

2. Projektets aktiviteter og tidsplan

De primære aktiviteter til kost- og kompleksitetsoptimeringen af robotten består i følgende:

1. Identifikation og kostanalyse af delsamlinger og komplekse emner, som potentielle kandidater til støbeforme. Kriterier for denne udvælgelse vil være følgende:
 - a. Tilbagebetalingstid på støbeformsemner på maksimalt 50 robotter (ca. 12 måneder). Støbeforme etableres i prioriteret rækkefølge, så de mest rentable, er dem, som designes først.
 - b. Der anvendes DFM (Design for manufacture) og platformsanalyse, for at reducere kompleksiteten i samlingerene, samt søge at lave generiske moduler, som er optimale at serieproducere.
 - c. Det er ligeledes et mål, at reducere robotens egenvægt, så funktionalitet og håndtering forbedres.
2. Implementering af generisk motorplatform, for at udvide muligheden for at indkøbe forskellige motorer til robotten, hvis leveringstid og pris skulle udvikle sig negativt. De primære arbejdsopgaver i denne pakke vil bestå af:
 - a. Valg og vurdering af controller.
 - b. Programmering software stack til af controller til generisk platform.
 - c. Design og optimering af kabel-harness.
 - d. Implementation af motorplatform.
3. Test og validering af prototype a. Levetidstest af system og vurdering af robusthed.

Nedenfor ses projektets tidsplan og budget fordelt på 2 arbejdsplaner og 3-4 ingeniører.

				2023											
Faggruppe	Opgavebeskrivelse	Vareforbrug	Tidsforbrug [timer]	jan	feb	marts	april	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
AP1 Mekanik (2 Ingeniører)															
1.1	DFM designidentifikation og kompleksitetsreduktion		250												
1.2	Beregning af reduktioner		40												
1.3	Valg af generisk motor		60												
1.4	CAD-design; Støbeform og kompleksitetsreduktion		1800												
1.5	Produktion af støbeforme, udfaldsprøver og prototyper	800,000 kr.	10												
1.6	Test og validering		500												
AP2 Software (1-2 Ingeniører)															
2.1	Valg og kvalificering af generisk motor controller	20,000 kr.	100												
2.2	Harness, PSU og PCB design	20,000 kr.	150												
2.3	Programmering af software stack til generisk controller		1100												
	Total	840,000 kr.	4010												
	Estimeret timepris á 320 DKK	840,000 kr.	1,283,200 kr.												
Total estimeret projektsum			2,123,200 kr.												

3. Resultater

CLIIN Robotics har gennem 2023 gennemført et omfattende re-design af vores robotplatform, med det formål, at reducere kompleksitet, omkostninger og optimere konfigurationsmuligheder, som skal sørge for at åbne for tilpasninger til mange mulige brugsscenarier.

Projektet er gennemført succesfuldt og har opnået det forventede besparelser. Derudover, har vi formået at skabe en alsidig platform, som kan konfigureres til samtlige produktmodeller, som CLIIN tilbyder. Dertil har vi tryktestet den nye platform til 100 m dybde, samt optimeret pakningsdesignet til både at modstå snavs, vand, olie, div kemikalier og tryk. De generelle driftsomkostninger er ligeledes nedbragt gennem antallet af sliddele. Og robustheden af robotens kerne er blevet markant øget.

Projektet har også omfattet en forbedret adgang til manualer og instruktioner for slutbrugeren, som bruges når robotten skal vedligeholdes.

Der er tilgået flere timer/omkostninger på projektet end forventet, men vi anser resultatet af projektet som tilfredsstillende, hvilket er godkendt på bestyrelsesniveau.

For at validere den nye konstruktion, har vi afholdt en ekstern tryktest hos MacArtney, hvor vi har opnået følgende resultater:

- *Cykler á 6 omgange fra 0-3 bar, med trykhold á 3 minutter.*
- *Cykler á 6 omgange fra 0-6 bar, med trykhold á 3 minutter.*
- *Cyklus á 1 omgange fra 0-10 bar, med trykhold á 3 minutter.*
- *Maxtest til brud. Testet til 142 m før chassis gav efter.*
- *Beregnet sikkerhedsfaktor i operation på 9, hvilket er 3 gange over vores krav.*



Opsætning af tryktest hos MacArtney

De primære resultater af vores re-design og interne test har været:

1. *Reduceret samletid fra 6 timer til 2 timer*
2. *Reduceret strømtræk med ca. 5% grundet optimeret styring af bælter og drivsystem*
3. *Optimeret vedhæftning*
4. *Optimeret skift af værktøj (dyssebomme etc.)*
5. *Mekanik forberedt til dual sourcing på samtlige interne dele.*
6. *44% reduktion i kostpris*
7. *37% reduktion i antallet af parter, som indgår i samlingen*
8. *Margin på basispakke steget fra 59,5% til 74,5%*

Opnåede besparelser på kostpris og i antal af parter er yderligere detaljeret på de efterfølgende sider.



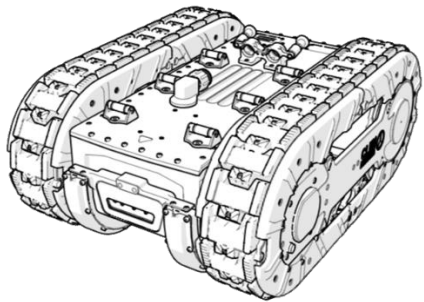
Færdig RAW0011 prototype på testvæg

CLIIN – RAW0010 → RAW0011 kostoptimering - Launch Q3 2023

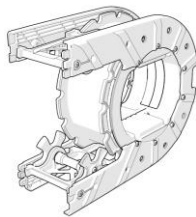
Udvikling fra RAW0010-RAW0011 i 2023

Nedenstående er resultatet af gennemførte kostoptimeringsøvelse, hvor hovedkomponenterne der er blevet redesigned er illustreret.

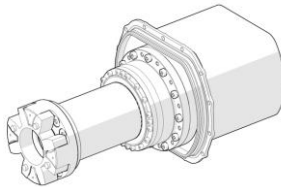
RAW0010



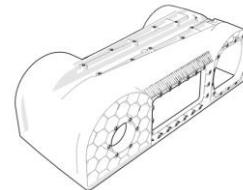
Free wheel
assembly



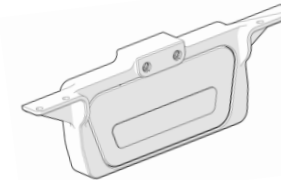
Motor
assembly



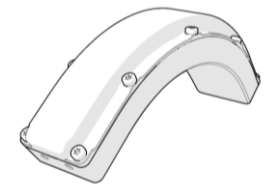
Main shell
upgrade
+ multiple brackets



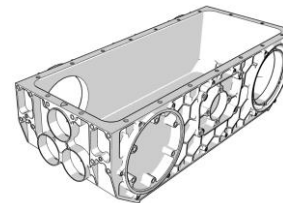
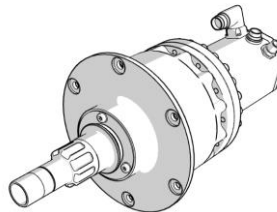
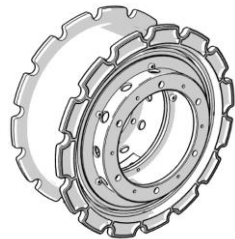
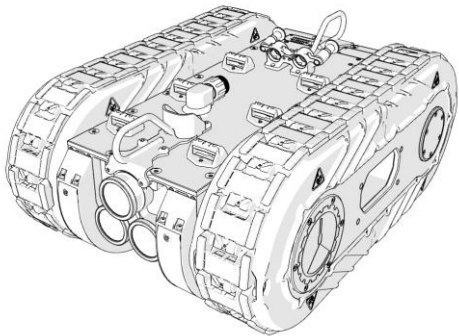
Light
assembly



Magnet
assembly



RAW0011

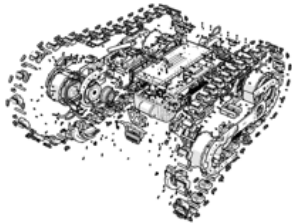
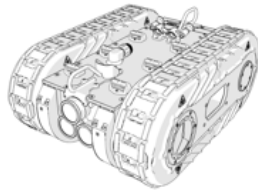
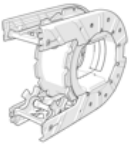
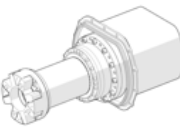
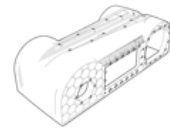


CLIIN – RAW0010 → RAW0011 kostoptimering - Launch Q3 2023

Udvikling fra RAW0010-RAW0011 i 2023

Nedenstående er resultatet af gennemførte kostoptimeringsøvelse, hvor funktionaliteten af robotten er bevaret, men en generel platform er etableret, så de tre forskellige robotter, som CLIIN før leverede nu er erstattet af en fælles kostoptimeret platform.

Besparelser angivet som procentvis besparelse af oprindelig total kostpris

	Kostoptimering gennem design						Indkøb	
							Sourcing af primært pakninger, skruer, møtrikker	
RAW0010 Baseline	Mounting brackets	Free wheel assembly	Motor assembly	Main shell upgrade	Light assembly	Magnet assembly	Sourcing C-components (non critical mass)	RAW0011 realiseret
Kostpris [DKK] Konfidentiel	Besparelse [%] 4,4%	Besparelse [%] 4,6%	Besparelse [%] 8,5%	Besparelse [%] 17%	Besparelse [%] 2,6%	Besparelse [%] 3,2%	Besparelse [%] 4,1%	Kostpris [DKK] Konfidentiel
Nuværende [parter] 1332 parter	Besparelse [parter] - 18 parter	Besparelse [parter] - 50 parter	Besparelse [parter] - 60 parter	Besparelse [parter] - 350 parter	Besparelse [parter] -16 parter	Besparelse [parter] 0 parter	Besparelse [parter] 0 parter	[parter] 838 parter
	Design Færdigt	Design Færdigt	Design Færdigt	Design Færdigt	Design Færdigt	Design Færdigt	Opgave Færdigt	

3.1 Konfigurationsoversigt

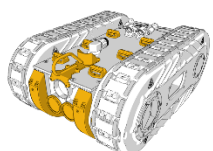
Det nye design af grundskallen åbner en masse muligheder for til- og fravalg, som ikke var mulige med RAW0010. Dette betyder også, at robotten kan tilpasses de fleste formål, samt lettere kan justeres, hvis noget i brugsscenariet ikke matcher forventningerne. Dette kan blive nødvendigt for at levere den rette løsning til et eller flere af de store opgaver, som CLIIN er kandidat til at løse som nævnt i indledende afsnit.

Oversigten nedenfor viser alle de mulige til- og fravalg, som på RAW0011 platformen er:

- Lys
- Kamera
- Anker placering
- Gummitype til magnetbælter
- Magnetopsætning
- Quick-release montage beslag
- Undervands-opsætning

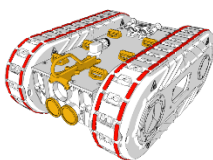
RAW0011 platform: Standard selections and product codes

Configure the robot to meet the customer needs



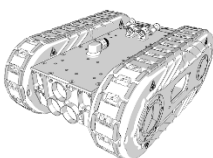
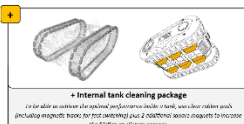
Cargo Hold Robot

RAW0011-LI03-CA00-AN02-RU01-MA01-BR01-UW00



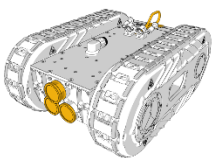
Tank Cleaning Robot [external]

RAW0011-LI03-CA00-AN01-RU02-MA02-BR01-UW00



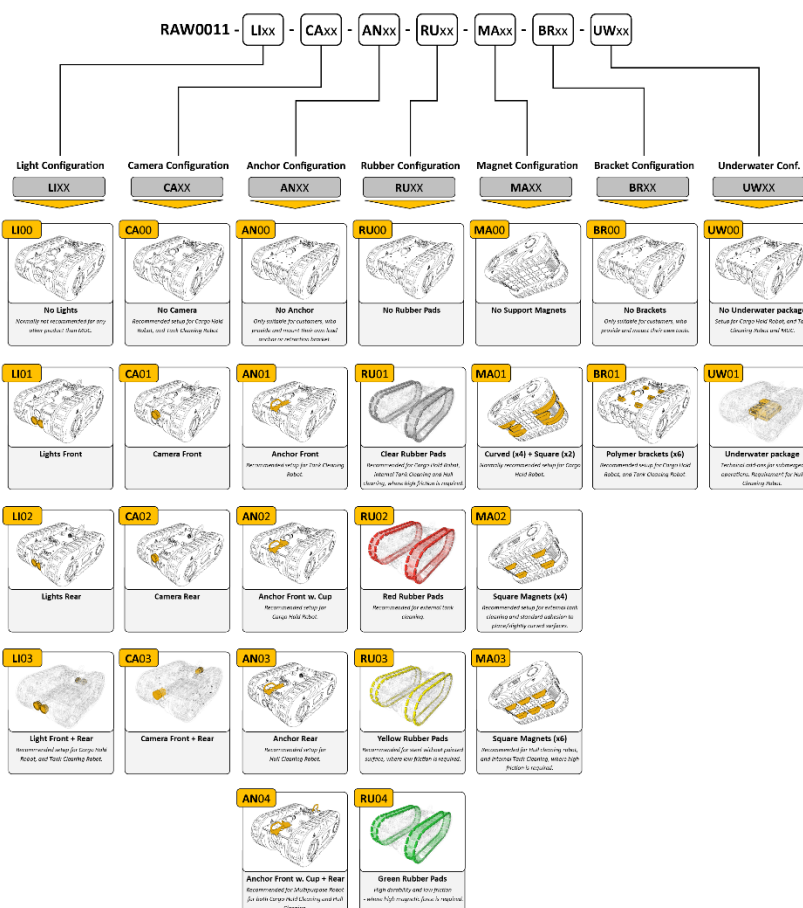
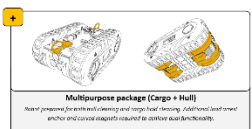
MUC - Magnetic Universal Crawler

RAW0011-LI00-CA00-AN00-RU01-MA00-BR00-UW00



Hull Cleaning Robot [Single purpose]

RAW0011-LI03-CA03-AN01-RU01-MA03-BR00-UW01

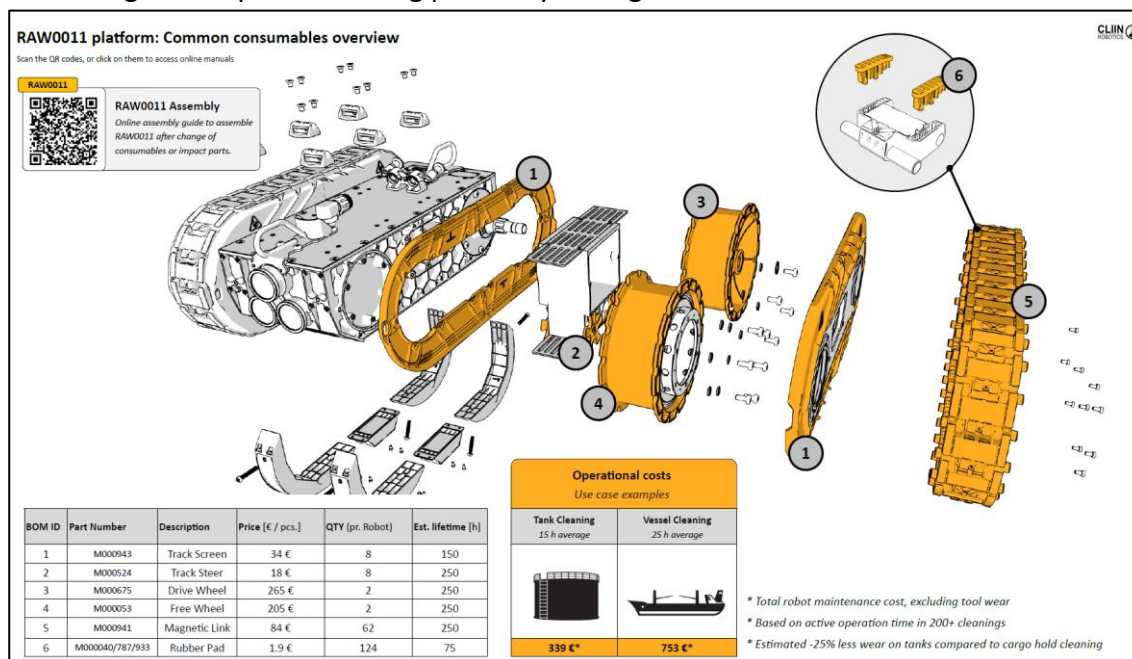


3.2 Vedligehold for slutbrugeren

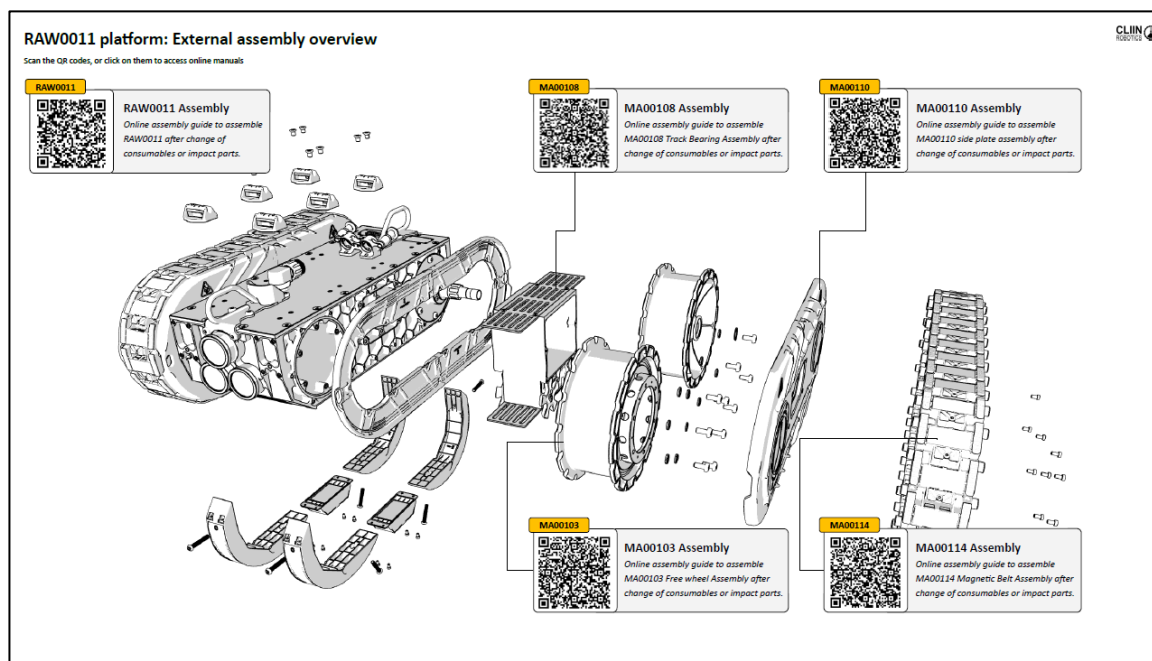
Det forsimplede design af grundplatformen har gjort det nemmere og billigere for slutbrugeren at vedligeholde sin robot.

Det nye design medfører en signifikant besparelse i forbrugsdele for slutbrugeren.

På oversigten ses prisestimering på det nye design.



Oversigten nedenfor viser komplet overblik over hvordan man samler robotten efter udskiftning af vedligeholddele. CLIIN har erfaret, at en let adgang til manualer letter supportbelastningen signifikant, og derfor har givet slutbrugeren nu adgang til CLIINs interne manualer på alle eksterne samlinger. Oversigten nedenfor kan printes i A2 og hænges i en workshop. QR-koder kan scannes med tablet eller telefon som et direkte link til online manualer.



3.3 Øget konkurrencedygtighed og produktionsudvidelse

Det er endnu for tidligt at konkludere på, om projektet har ledt til en udvidelse af nuværende produktion fra 2 ansatte til 10 ansatte, som var en af målsætningerne. De første indikationer fra de tre store projekter, som CLIIN sigter efter at blive hovedleverandør til (Hempel Stardust, HullRover og SHEREC) tyder på, at robotten som forventet er blevet langt mere attraktiv, når CLIIN kan tilbyde kraftigt reducerede priser på robotten i større rammeaftaler.

CLIIN vil kunne øge margin på salg af robotten betragteligt efter kostoptimeringen, da produktet fortsat bevarer sin kvalitet og funktionalitet, men altså er blevet billigere at fremstille.

Dermed er sandsynligheden for at ordre på trecifrede antal robotter vil realiseres også signifikant forøget. Dette vil, på trods af en reduceret samletid på robotten, betyde at produktionskapaciteten skal øges. For at samle 100 enheder inkl. det nødvendige tilbehør kræves ca. 2500 mandetimer. Dertil kommer øvrige forefaldende produktionsopgaver. Dermed vil ordre af de forventede størrelser på flere hundrede enheder kræve en forøgelse af bemanningen henover de næste år.