



Avfallshantering med robotar

2025-11-18

Dennis Kerkhof

Utforska potentialen i att använda robotar för sophämtning som en alternativ till sopbil med som mål en bättre arbetsmiljö för sophämtare och en säkrare och renare miljö för stadsbor.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
English summary	5
Bakgrund	6
Projektupplägg	7
Syfte	7
Mål	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Projektperiod	8
Partner	8
Metod och aktiviteter	9
Resultat	12
Slutsats, lärdomar och nästa steg	15
Spridning och publikationer	16



Sammanfattning

En kort sammanfattning av projektet på max en halv sida.

Bakgrund till projektet är att vi ville undersöka om det var möjligt (teknisk) att hämta avfallskärl från soprum i byggnader, hur det skulle påverka oss människor (boende, sophämtare, besökare, osv) och om ett robotbaserad avfallshämtningssystem är en möjlig lösning framöver i stadsdelen Oceanhamnen i Helsingborg.

I ett samarbete mellan specialister kring sophämtning och specialister i robotbyggande har vi byggt en prototyp tjänsterobot som på sikt kan vara del av avfallsinsamlingsystemet och testat funktionaliteten.

Sophämtare och boende i Oceanhamnen ställer sig positiv mot tanken om en självkörande robot som del av ett framtida system med förhoppning om en tystare, lugnare miljö. Och en bättre arbetsmiljö för sophämtarna.

Ett fungerande regelverk finns ännu inte på plats. För att på kort sikt ge ökade möjligheter att testa och introducera självkörande fordon (enligt EU:s maskindirektiv) finns möjlighet att inhämta tillstånd från Transportstyrelsen.

Det kommer finnas potentiella andra användningsområden för sophämtarrobot, men eftersom roboten inte är färdig är det omöjligt att spana fram vilka dessa alternativa användningsområden kommer bli.



English summary

En kort sammanfattning på engelska. Max en halv sida

The project started with our desire to see if it is (technically) possible to have a robot fetch a garbage bin in a building and how that would effect us people (tennants, garbagecollector, visitors, etc.) and if a robotised garbage collectionsystem is a possible future solution for the Ocean Harbor city district in Helsingborg.

In a cooperation between our specialists regarding garbage collection and specialists in robot design we have built a prototyp robot that in the future could be part of the garbagecollection in Oceanhamnen and tested its functionality.

Garbagecollectors and people living in Oceanhamnen are positive about an autonomous robot being part of garbagecollection in the future, with hopes of it leading to a quieter environment and a better working environment for garbagecollectors.

Currently there is no legal framework for autonomous robots. To facilitate testing on short term there is the possibility of getting a permit from Transportstyrelsen.

We are convinced that the robot will have secondary uses, but because the robot is not finished it is impossible to foresee what those uses will be.

Bakgrund

Bakgrund till projektet är att vi ville undersöka om det var möjligt (teknisk) att hämta avfallskärl från soprum i byggnader, hur det skulle påverka oss människor (boende, sophämtare, besökare, osv) och om ett robotbaserad avfallshämtningssystem är en möjlig lösning framöver i stadsdelen Oceanhamnen i Helsingborg.

Traditionella metoder för sophämtning involverar sopbilar som kör i stadsområden. Dessa lastbilar färdas genom smala gator och ofta genom trånga passager, vilket ökar risken för såväl olyckor som förseningar. Dessutom ger lastbilarna upphov till luftföroreningar och påverkar miljön och människors hälsa negativt. De bullerföroreningar som lastbilarnas drift orsakar har en negativ inverkan på boendes livskvalitet i området. Stora fordon och motortrafik i bostadsområden kan även påverka olika gruppers förutsättningar att nyttja stadsrummet, där till exempel säkerställandet av barns trygghet kan utgöra ett hinder.

Robotbaserad avfallshämtning kan vara ett nytt och innovativt sätt att effektivisera fordonsanvändning och gaturum. Ett avfallshämtningssystem baserat på tjänsteroboter är en decentral, digital och småskalig lösning som ger möjlighet till en effektivisering i sophämtning och en utökad digitalisering. Robotarna är tysta, små och har möjlighet att operera när de stör minst. Potentialen finns till att skapa en säkrare och renare miljö för invånarna i området och en bättre arbetsmiljö för sophämtare. På sikt kan det även bidra till en mer jämställd stadsplanering som bättre tillgodoser barns behov samt som främjar transportinfrastruktur som prioriterar cyklister och gångtrafikanter.

Att använda robotar för sophämtning kan dessutom bidra till mer resurseffektiv tillgänglighet och trafik med lägre utsläpp och andra störningar. Därför önskar många planeringsinstanser världen över att andelen resor och transporter med robotfordon ska öka i förhållande till andra typer av trafik.

I projektet har förutsättningar granskats gällande en rad olika faktorer, såsom den sociala och juridiska ramen, teknisk genomförbarhet och den mänskliga aspekten. Interaktionen människa – tjänsterobot har vi ingen upplevelse av i stadsrummet i Helsingborg sedan tidigare och detta har varit ett intressant perspektiv inte bara för detta projekt utan även för kommande användning av tjänsteroboter.



Projektupplägg

Syfte och mål

Målen med projektet har varit att:

1. Testa ett avfallsinsamlingssystem baserat på tjänsteroboter

Detta innebär att testa genomförbarheten och funktionaliteten hos ett system där maskinbaserade robotar autonomt kan hämta sopkärl från soprum och transportera dem till en uppsamlingsplats. Testerna kommer att utföras i både slutna och verkliga kontrollerade miljöer i Oceanhamnen i Helsingborg för att utvärdera robotarnas prestanda och kapacitet för att effektivt samla in och transportera avfallskärl.

Ändring:

Under projektets gång har vi varit tvungen att anpassa oss. Det visade sig vara omöjligt (ekonomiskt och tidsmässigt) att testa autonoma robotar. Vi har istället fokuserat på att få in information så vi kan ta steget till autonoma robotar i en eventuell uppföljare till projektet.

2. Utvärdera effektiviteten av det robotbaserade avfallsinsamlingssystemet

Detta mål syftar till att bedöma effektiviteten hos systemet i termer av resurseffektivitet, tillgänglighet och miljöpåverkan samt huruvida systemet tillgodoser behoven hos de boende/olika målgrupper vad gäller att främja en god boendemiljö. Utvärderingen kommer att belysa systemets förmåga att optimera avfallsinsamlingsvägar, minska antalet sopbilar som behövs, minimera trafikstockningar och utsläpp samt förbättra tillgängligheten till avfallsstationer. Miljöpåverkan, såsom minskning av luft- och bullerföroreningar, kommer också att undersökas för att fastställa systemets totala effektivitet.

3. Analysera det juridiska och regulatoriska ramverket för att använda robotar på allmän plats

Detta mål innebär att se över relevanta lagar, förordningar och policyer för att identifiera eventuella hinder eller utmaningar som kan hindra införandet av robotbaserade avfallsinsamlingssystem. Baserat på analysen kommer rekommendationer att föreslås för den juridiska och reglerande ramen för att stödja antagandet av sådana system i stadsområden.

4. Utforska andra potentiella användningsområden för tjänsteroboter i staden samt dataanvändning utifrån boendes/målgruppens behov

Detta mål syftar till att tillsammans med olika målgrupper undersöka potentialen för att använda robotar för andra typer av stadstjänster, såsom godstransporter, medan de inte arbetar med avfallsinsamling. Som invånare i städer är vi väldigt ovana vid att robotar kör omkring oss. Detta projekt innebär en fantastisk möjlighet att förstå mer om hur vi människor är förberedda på detta.

Tillägg:

Som del av arbetet genomförs ett Robot Rally – ett evenemang där robotik och människa mötas på nära håll. Genom att samla representanter från kommunal verksamhet, näringsliv och akademi skapar vi en gemensam arena för att utforska hur robotar kan bidra till stadens utveckling.



Syftet med dagen är inte bara att visa upp tekniken, utan att inspirera till nya tankar om hur robotar kan användas för att skapa värde i kommunal service, offentlig miljö och stadsutveckling. Evenemanget kommer ge konkreta exempel på hur robotik redan används i stadsmiljöer, samtidigt som det ska öppna upp för diskussioner om nya tillämpningar

Projektperiod

Start 2023-08-15

Slut 2025-10-31

Partner

Helsingborgs stad

Robot Minds

NSR AB



Metod och aktiviteter

Metod

Vår projektmetod har följt de vanliga stegen i robotdesign:

1. Informationsinsamling
2. Digitala simuleringar
3. Design & montering av robot
4. Test

Informationsinsamling

I början av projektet har behoven och praktiska förutsättningar för sophämtning i Oceanhamnen utredds genom dialoger, rundgång i området och en soprumssafari. Bland annat vägar, soprummen, trafiksystem och olika trygghetsaspekter har belysts och diskuterats. Soprummen och området har digitaliserats i en digital tvilling för att kunna göra simuleringar och se vilken typ av robot passar bäst för detta specifika ändamål.

Under designtiden har enkäter genomförts med referensgrupper för boende och sophämtare med som mål att säkerställa att målgruppers behov och perspektiv belysas i projektet.

Digitala simuleringar

Baserat på resultaten av den omfattande simuleringen och enkäterna har designen för roboten justerats. Största utmaningar visade sig vara robotens rörlighet i små, trånga soprum och kopplingen mellan robot och sopkärl.

Design & montering

Alla resultat från informationsinsamlingsfasen och digitala simuleringar har kombinerats i designen. Eventuella ändringar i infrastrukturen i området har dömts ut på grund av att det är mycket enklare att anpassa roboten efter gällande förhållanden än att göra tvärtom. Att området är tillgänglighetsanpassat efter gällande lagstiftning gör att roboten kan navigera sig rund eventuella utmaningar.

Test

Roboten har testats först i kontrollerad miljö och sedan i Oceanhamnen. Det visar sig att roboten är tillräckligt rörligt för att kunna köra i trånga soprum och kan hantera dagens infrastruktur i Oceanhamnen. Kopplingen mellan robot och sopkärl bedöms vara säker.



Aktiviteter

WP1	Testa ett avfallsinsamlingsystem baserat på tjänsteroboter WP leader: Robot Minds
	<p>Genomförda aktiviteter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soprumssafari Projektteamet har besökt ett antal soprum i stadsdelen Oceanhamnen tillsammans med sophämtare från NSR för att få en uppfattning om hur sophämtning går till i praktiken idag och vilka utmaningar som finns. 2. Simuleringar i digital miljö gällande soprum och allmän plats Få en uppfattning om hur roboten kan navigera och vilka krav som ställs i ett trångt soprum gällande rörlighet, sensorer, osv. 3. Digital tvilling av Oceanhamnen Digitala tvillingen av Oceanhamnen uppgraderades för att få in mer detaljerad underlag till simuleringarna. 4. Robot design Det valdes att basera roboten på en 'off-the-shelf' plattform för att hålla nere kostnaderna och projekttiden. Plattform Ranger från Agile X valdes baserad på krav som ställs på rörlighet, vikt, styrka, flexibilitet, räckvidd, etc. 5. Transportmekanism Olika möjligheter testades för hur roboten kan transportera ett sopkärl. Ett system valdes där roboten kopplar sig till sopkärlet med ett vakuumsystem och drar fram det. En stor fördel med det är att kärlet inte behöver anpassas vid ett byte till robotbaserad sophämtning. 6. Navigering För att kunna operera autonom måste roboten kunna navigera både i soprum och i gaturum. Roboten rustas ut med ett 3D-Lidar laser i kombination med algoritmer som mappar projektområdet. Målpunkter i området (t.ex. soprum) programmeras in så roboten kan röra sig autonomt. Genom geofencing kan roboten begränsas till områden där den kan köras tryggt. 7. Tester i kontrollerad miljö För att säkerställa att roboten kan opereras tryggt har tester genomförts i kontrollerad miljö bl.a. testades vakuumsystem för koppling, olika bromsmöjligheter, stabilitet, hastighet 8. Tester i Oceanhamnen Första test i Oceanhamnen genomfördes i maj. Roboten kördes manuellt i gaturum och soprum med ett kärl.
WP2	Utvärdera effektiviteten av det robotbaserade avfallsinsamlingsystemet WP leader: Helsingborg Stad
	<p>Genomförda aktiviteter:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soprumssafari - Observationer av sophämtning med personal NSR - Enkät för nollmätning personal NSR - Enkät till boende - Intervjuer



WP3	Analysera det juridiska och regulatoriska ramverket för att använda robotar på allmän plats WP leader: Helsingborg Stad
	Genomförd aktivitet: Analys av det regulatoriska ramverket för självkörande fordon på allmän plats och förutsättningar gällande tillstånd för att genomföra försök med automatiserade fordon.
WP4	Utforska andra potentiella användningsområden för tjänsteroboter i staden samt dataanvändning utifrån boendes/målgruppens behov WP leader: Helsingborg Stad
	Genomförde aktiviteter: <ul style="list-style-type: none"> - Workshop med projektgruppen för att identifiera möjligheter - Enkät till boende för att förstå mer om hur människor är förberedda på att robotar kör omkring oss - Manuell provkörning med robot utan synlig förare på festivalområde - Genomförd Robot Rally

Resultat

WP1	Testa ett avfallsinsamlingssystem baserat på tjänsteroboter WP leader: Robot Minds
	<p>En prototyp robot har tagits fram och testats. Det visade sig omöjligt att göra roboten självkörande inom ramarna för projektet. Mer tid och resurser behövs för att utöka robotens kapaciteter.</p> <p>Under projektet har en enklare digital tvilling tagits fram, för att roboten skulle kunna fungera autonom behövs en mer detaljerad sådan i framtiden. Modellen som togs fram har används för att digitalt köra med roboten både i gatumiljö och i trånga soprummen.</p> <p>Det finns en uppsjö av plattformar för robot som man kan välja mellan. En studie har gjorts på förhållanden och vilka krav som ställs på roboten (draglast, batteristorlek, etc). Med tanke på de trånga soprum som finns har rörlighet varit en av de viktigare faktorerna. En annan avgörande faktor har varit säkerhet och möjligheten för roboten att kunna stanna abrupt.</p> <p>Efter valet av robot har det testats olika system för koppling mellan sopkärl och robot. Grundförutsättning har varit att roboten anpassas till de förhållanden (kärl, soprum) som finns idag för att behålla affärsmässigheten. Ett vakuum system bedömdes vara säker och tillräckligt flexibel för att kunna hantera olika typer av kärl.</p> <p>Roboten har testkörts först i säkra miljöer och senare i Oceanhamnen (med fjärrkontroll) och har visat sig kunna hantera alla möjliga utmaningar som att komma in i soprummen, koppla till sopkärlen och manövrera med lite plats. I utomhus miljö har den klarat mindre höjdskillnader och tvärstopp utan att tappa kopplingen med kärlet.</p>
WP2	Utvärdera effektiviteten av det robotbaserade avfallsinsamlingssystemet WP leader: Helsingborg Stad
	<p>Invånarna är generellt nöjda med sophämtningen i dagsläget. Tanken att en självkörande robot skulle vara del av ett framtida system tas emot positivt, främst för att kan leda till en tystare, lugnare miljö. Farhågor kring självkörande robot kretsar främst kring trafiksäkerheten. De flesta invånare avfärdar dock inte idén, men är positivt inställd till att testa. Generellt kan man dra slutsatsen att människor är mer trygga med att låta robotar utföra tjänster där interaktion mellan människa och robot är minimerad.</p> <p>NSRs personal ser en tydlig förbättring i arbetsmiljö om roboten kan hämta kärl från soprum och köra dem till en uppsamlingsplats. Det skulle eliminera det tuffaste och mest tidskrävande arbetsmomentet för dem (kärl in och ut ur soprummet). Det skulle även ta bort behovet av att köra sopbil i Oceanhamnen vilket personalen är negativt inställd till.</p>
WP3	Analysera det juridiska och regulatoriska ramverket för att använda robotar på allmän plats WP leader: Helsingborg Stad
	<p>Ett fungerande regelverk finns ännu inte på plats. För att på kort sikt ge ökade möjligheter att testa och introducera självkörande fordon inom EU:s maskindirektiv finns möjlighet att inhämta tillstånd från Transportstyrelsen. I utvecklingen av en robot som hämtar sopor kan ett sådant tillstånd vara ett</p>

	bra mellansteg för att få mer information om roboten fungerar och hur människor reagerar på den. Helsingborg avser att söka tillstånd efter projektperioden om/när roboten är tillräckligt mogen.
WP4	Utforska andra potentiella användningsområden för tjänsteroboter i staden samt dataanvändning utifrån boendes/målgruppens behov WP leader: Helsingborg Stad
	<p>Det har visat sig vara utmanande att identifiera potentiella användningsområden på grund av:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Att roboten inte är färdig Att spana fram alternativa användningsområden utan att känna till robotens begränsningar gör det svårt att identifiera vilka användningsområden som är realistiska - Den enorma påverkan en robot skulle kunna ha på hela systemet och affärsmodellen kring sophämtning Hela systemet är byggt utifrån att det är själva hämtningen som kostar och ska effektiviseras. I dagsläge töms hela områden samtidigt och anpassas t.ex. antalet kärl i ett rum efter hämtningsfrekvens. Det är svårt att föreställa sig systemet när grundprincipen ändras totalt. - Att det inte finns befintliga system/marknader för t.ex. last mile leveranser där roboten enkelt kan ta en marknadsandel Roboten har några ganska självklara möjligheter. Den kan t.ex. vara en del i last mile lösningar för leverans. Det finns dock inget system och därmed ingen information att utgå ifrån i dagsläge.

Resultaten ansluter till Drive Swedens vision om stärkt svensk konkurrenskraft genom digital teknik för mer hållbara transportsystem. Vi har utforskat hur små självkörande fordon skulle kunna bidra i en specifik del av transportsystemet (sophämtning). Ett område som inte har utforskats tidigare och har specifika egenskaper.

En robotiserad lösning för sophämtningens 'last mile' utmaningar kan leda till **effektivare användning av fordon och infrastruktur**. Att ersätta stora fordon för sophämtning med små självkörande fordon gör att hämtningen kan bli mer flexibel och förutspåbar. Stora fordon behövs fortfarande för att hämta sopkärlen på en samlingsplats men kan planeras mer effektivt.

Lika tillgång till resor och godsleveranser ändras inte på grund av användningen av en robot för sophämtning. Sophämtning är ett kommunalt ansvar som alla har tillgång till. Tillgång till leveranser (mot låg kostnad) kan eventuellt komma förbättras om roboten används den tiden där den inte behövs för sophämtning.

Roboten leder till **ökad miljöprestanda och trafiksäkerhet**. Vi ser en möjlighet till att ersätta sopbilsresor med små eldrivna självkörande fordon och minska antalet sopbilsresor genom att effektivisera sophämtningen. Hur stor påverkan är har inte utforskats vidare i projektet.

Genom sin innovativa karaktär kan projektet **stärka svenska företag och industri** och **leda till nya företag på mobilitetsmarknaden**. Robot Minds är ett svenskt robotföretag som har fått möjlighet att utreda en lösning för att optimera sophämtningen. Processen för sophämtning ser stort sett samma ut i hela Norden.



Därmed finns en stor marknad för en vidareutvecklad sophämtningsrobot. Det finns dock en del utveckling som kvarstår och snabb utveckling av nya robotar gör att det kommer finnas konkurrens i form av alternativa lösningar (t.ex. humanoida robotar).



Slutsats, lärdomar och nästa steg

Beskriv lärdomar och erfarenheter. Vilken potential har projektresultaten och vilka nästa steg behövs för att fortsätta utvecklingen?

Potential:

- Ett system för sophämtning baserad på robot kan (på sikt) konkurrera med alternativa system som sopsug, som t.ex. används i Brunnsnäs i Lund och Vallastaden i Linköping, kostnadsmässigt och utifrån fördelar i drift
- Robot kan möjliggöra större effektivitet och flexibilitet i sophämtning
- Robot kan minska antalet körtimmar för sopbil och minska miljöpåverkan (förutsatt att sopbilar inte är eldrivna)
- Arbetsmiljö för sophämtare kan förbättra avsevärt, roboten kan ta över de tuffaste arbetsmoment (flytta kärl in och ut ur huset)

Slutsatser:

- Lagstiftning i Sverige behöver utvecklas för självkörande robotar, idag behövs tillstånd från Transportstyrelsen för att kunna testa.
- Boende ställer sig positiv till sophämtning av robot, främst om det leder till en tystare miljö.

Lärdomar:

- Det finns mycket outnyttjad potential för automatisering av processer som förblir dolda för de som jobbar med automatisering pga att det inte finns naturliga kontaktytor mellan branscherna
- Vissa moment som t.ex. att låsa upp och öppna dörrar, manövrera med sopkärl, kontrollera innehåll i sopkärl är svåra att lösa för en självkörande robot
- Inställning mot robotisering av tjänster är mer positiv där det finns lite interaktion mellan människan och robot
- Robot skulle ändra hela systemet och affärsmodellen kring sophämtning, dagens system är byggt utifrån att det är själva hämtningen som kostar och ska effektiviseras medans antalet hämtningar är ganska oviktigt/billigt om de görs av en robot.

Nästa steg:

- Vidareutveckla robot så den kan bli autonom självkörande
- Tillstånd från Transportstyrelsen för självkörande robot i Oceanhamnen
- Ta fram affärsmodeller



Spridning och publikationer

Hur har resultaten spridits, eller hur kommer de att spridas? Lista eventuella publikationer som producerats under detta projekt.

Recyclingdagen Helsingborg

2023-10-11 & 2025-10-22

Länk: [Helsingborg - Recyclingdagen](#)

Robot Rally – inspiration och samskapande för stadens framtid

Den 30 september genomfördes Robot Rally – ett evenemang där människor och robotar möttes på nära håll för att utforska framtidens stad. Intresset var stort med över 160 anmälda deltagare från kommunal verksamhet, näringsliv och akademi, och parallellt deltog två skolklasser i en särskild workshop om robotikens möjligheter. Syftet med dagen var inte bara att visa upp teknik – utan att väcka nyfikenhet, utmana föreställningar och skapa nya idéer kring hur robotik kan bidra till kommunal service, offentlig miljö och social hållbarhet.

Besökarna fick praktiskt testa humanoida robotar, robohundar och leveransrobotar, uppleva hur små sociala robotar kan stödja personer med demens, samt prova exoskelett för ergonomi och fysisk avlastning. Dessutom demonstrerade vi soproboten i fysisk miljö både inne i Parken och utanför i kvarteret Oceanhamnen. Evenemanget gav konkreta exempel på hur robotik redan används i stadsmiljöer, samtidigt som det öppnade upp för samtal om ansvar, etik och nya tillämpningar. Intresset märktes även i medierna, där Robot Rally uppmärksammades av både SVT, Sveriges Radio och Helsingborgs stads intranät:

- <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/helsingborg/har-testar-helsingborg-robotars-framtid-i-staden>
- <https://www.sverigesradio.se/artikel/framtidens-robotar-i-helsingborg-sophamtning-och-demensvard>
- <https://intranat.helsingborg.se/nyheter/robot-rally-i-parken-framtidens-robotar-i-fokus/>



