

Elcyklar och dess möjlighet till uppladdning under drift

*Kandidatarbete för institutionen för energi och miljö
på Chalmers tekniska högskola*

Engelsk titel:

Electronic Bike, the self generating project

Ivarsson, Patrik 860929

patriki@student.chalmers.se

Nordvall, Andreas 860614

nordvala@student.chalmers.se

Svennung Johan 811101

josve@student.chalmers.se

Datum för publicering 2008-05-21

Abstract

Today's environmental discussions have led to more progress in the different transport areas. To ride a bicycle is often one of the most efficient alternative when it comes to transport. An Electric bike is, and makes transportation more efficient than a regular bicycle. Electric bicycles do not affect the environment significantly and allows more convenient transportation than ordinary bicycles do. Although the electric bicycle market is extensive in Sweden today there are no electric bikes with regenerating capacity to be found. This report aims to construct a component that regenerates the power from the electric motor into the battery and to investigate the extent of the electric bicycle market and the regenerating ditto. An electric bicycle rebuilt kit was bought from a firm in Austria in the beginning of the project and was assembled on a regular cycle, in order to make it regenerative. In addition, a component analysis was made in order to determine which values the regenerating circuit should have, and which component alternative that is available. The report discusses various electric bicycle parts and the advantages and disadvantages of the components in order to find the best alternative to a regenerative circuit, which further on was used for a construction. The main task of the regenerating circuit is to unify the electric motors three-phase power so that the rollback is possible. A market analysis was carried out to identify the actors on the Swedish electric bike market and to get their opinion of regenerating capacity. This study concluded that the market is not mature enough to use regenerating brakes in electric bicycles partly due to cost reasons and partly because of a weak demand from the customers. The completed regenerating circuit functioned satisfactorily, but because of defects on some of the components on the rebuilt kit the circuit it could not finally be tested on the electric bicycles. Therefore, further analysis of the component is necessary to ascertain if it works in for real.

Sammanfattning

Dagens miljödebatter har lett till flera framsteg inom olika transportområdet. Att cykla är ofta ett av de effektivaste sätten att ta sig fram. En Elcykel är och gör transporten än mer effektiv än en vanlig cykel. Elcyklar påverkar inte miljö nämnvärt och möjliggör bekvämare transport än vad vanliga cyklar gör. Även om elcykelmarknaden är omfattande i Sverige idag finns inga elcyklar med återladdningskapacitet. Denna rapport syftar till att konstruera en komponent som medför återladdning från elcykelmotorn till batteriet samt att undersöka omfattningen av marknadens elcyklar och återladdningsbara dito. En elcykelsats inhandlades från en firma i Österrike vid projektets början vilken monterades på en vanlig cykel, för att senare göra denna återladdningsbar. Vidare genomfördes en komponentanalys i syfte att utröna vilka komponentvärden återladdningskretsen bör ha samt olika komponentalternativ som finns. Rapporten diskuterar olika elcykeldelars och kretskomponenters för- och nackdelar i syfte att finna de bästa alternativen till en återladdningskrets som sedan konstruerades. Återladdningskretsens huvuduppgift är att likrikta elmotorns trefasström så att återladdning blir möjlig. En marknadsanalys genomfördes för att kartlägga de svenska aktörerna på elcykelmarknaden och för att få deras syn på återladdningsmöjlighet. Denna studie fastslog att marknaden inte är mogen för återladdningsbara elcyklar, dels på grund av kostnadsskäl dels på grund av en svag efterfrågan hos kunderna.

Den färdigställda återladdningskretsen fungerade tillfredställande, men på grund av komponentdefekter på elcykelsatsen kunde inte den dock inte slutligen testas på elcykeln. Därför fortsatta analyser av komponenten är nödvändiga för att utröna om komponenten fungerar på riktigt.

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE.....	5
1.3	UPPGIFT	5
1.4	AVGRÄNSNINGAR	5
2	METOD	7
2.1.1	<i>Metodavgränsningar</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Reliabilitet och Validitet.....</i>	<i>7</i>
3	LIVSCYKELANALYS AV ELCYKEL	8
3.1	MATPRODUKTION	9
3.2	MATSMÄLTNING	9
3.3	BATTERI.....	9
3.4	SLUTSATS AV LCA.....	11
4	KOMPONENTANALYS.....	12
4.1	RAM	12
4.2	BROMSAR.....	12
4.3	ELSYSTEM.....	13
4.3.1	<i>Motorn</i>	<i>13</i>
4.3.2	<i>Styrboxen</i>	<i>14</i>
4.3.3	<i>Batteriet.....</i>	<i>15</i>
4.3.4	<i>Sensorer.....</i>	<i>15</i>
4.3.5	<i>Återladdningskrets.....</i>	<i>15</i>
4.4	DRIVLINA.....	16
4.4.1	<i>Växelsystemet.....</i>	<i>16</i>
4.4.2	<i>Däck.....</i>	<i>17</i>
5	MARKNADSUNDERSÖKNING	18
5.1	ELCYKELN I VÄLDEN.....	18
5.2	EUROPA.....	18
5.3	SVERIGE.....	18
5.4	MARKNADENS AKTÖRER.....	20
5.4.1	<i>Tillverkare</i>	<i>20</i>
5.4.2	<i>Leverantörer.....</i>	<i>20</i>
5.4.3	<i>Säljare.....</i>	<i>20</i>
5.4.4	<i>Köpare</i>	<i>21</i>
5.5	TRENDER.....	22
5.6	UTSEENDE.....	23
5.7	PRESTANDA.....	24
5.8	PRIS.....	24
5.9	ÅTERLADDNINGSBARA ELCYKLAR	24
5.10	TYP AV INNOVATION	25
6	AVSLUTANDE DISKUSSION	26
7	SLUTSATS.....	26
8	KÄLLOR.....	27

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Dagens miljödebatter har lett till flera framsteg inom olika transportområden. Mestadels har bilar fått nya bränslen och kollektivtrafik lyfts fram som ett miljövänligt alternativ till fordon som drivs av fossilt bränsle. Däremot har den gamla hederliga cykeln legat i skymundan, helt i onödan. Cykeln är ett av de effektivaste sätten att ta sig fram i en stad och med dagens teknik kan även de med svaga ben, andra problem eller anledningar till att ta bil/kollektivtrafik använda cykeln för sina vardagliga transportbehov. Det som kan göra en cykel mer effektiv än vad den redan är idag är att montera en elmotor på den. Med en elcykel kan allt fler pendlare välja att ta cykeln till sitt jobb utan att behöva oroa sig för den långa sträckan eller de branta backarna. Elcyklar kan förbättra miljö, och möjliggör bekvämare transport än vad endast cyklar gör. Elcyklar är dock ingen nyhet utan har funnits på marknaden sedan en bit in på 1990-talet.

1.2 Syfte

Att konstruera en elcykel vilken kan lagra energi i ett batteri och laddas under drift samt via elnät i syfte att driva fordonet inom ramen för cykeldefinition. Där i ingår marknadsanalys och komponentanalys för att få bästa möjliga resultat.

Det som modifieringen syftar till är att se till så att elcykeln kan ladda sitt batteri under drift och inte bara via elnätet, vilket är fallet med de elcyklar som kan köpas på marknaden idag. Detta bör göra cykeln mer effektiv och miljövänlig.

1.3 Uppgift

Denna rapport innehåller information om de alternativ bland elcyklar som finns på marknaden idag och de som funnits tidigare. Projektet kommer att jämföra de som finns på marknaden med den elcykel som konstrueras under projektets gång, detta för att redovisa vilka tekniker som är bra och för att se hur effektiva elcyklar är samt att redogöra hur effektiva de är emot vår egen konstruktion.

Gällande den egenkonstruerade elcykeln så köps komponenter in som monteras på en cykel. Denna konstruktion skall sedan modifieras så den passar projektets mål. Det som alltså eftersträvas är att se till så att cykeln inte bara kan laddas via elnät utan även under användning, t.ex. i nedförsbackar, för att kunna utöka cykelns räckvidd.

1.4 Avgränsningar

Varje komponent kommer inte att väljas ut för sig utan ett färdigt paket kommer att införskaffas med alla komponenter som behövs för att sedan montera på en cykel. Detta görs för att den tid projektet tilldelats inte kommer att räcka till för att konstruera en elcykel från minsta komponent. Däremot kommer elcykeln att modifieras efter konstruktion så att den klarar av projektets mål. Komponenter för modifieringen kommer inte att köpas in som färdigt paket utan väljas efter behov.

Gällande modifieringen så skall elcykeln hålla sig inom de lagliga ramar som definierar en elcykel. Vår färdiga elcykel kommer alltså inte att ha en motor som:

- Ger mer än 250 Watt till framdrivning
- Driver elcykeln i mer än 25 km/h
- Är aktiv när pedalerna inte rör sig

Dessa tre egenskaper är de krav som gör att en elcykel håller sig inom den lagliga definitionen för vad just elcyklar skall kunna prestera i Sverige (Vägverket privata avdelningen 2007).

Marknadsanalysen innehåller endast jämförelser och testning av elcyklar. Andra alternativa transportmedel ingår inte inom ramen för projektarbetet, även om det kan komma att nämnas som kuriosa ur intressanta energi- och verkningsgradssynpunkter.

2 Metod

Komponenterna till elcykeln inhandlades i samråd med handledare, efter tips från tidigare elcykelägare och utifrån det utbud som fanns till förfogande. Det beslutades att elcykeln skulle handlas in som byggsats, varpå en vanlig cykel inköptes separat. Enligt tips köptes elcykelsatsen från Specialbikes.at och cykeln från Biltema.

Arbetets karaktär har haft parallella spår där den ena delen fokuserat på komponenter och dess prestanda på elcykeln och den andra fokuserat på elcykelmarknaden i Sverige. Komponentanalysens metod har främst bestått av informationsinsamling genom internetsökning och datablad. Kretsschemat gjorde i ett datorprogram och sedan införskaffades komponenter i samråd med handledarna för att därefter inhandlas från lämplig återförsäljare. För livscykelanalysen söktes information på Internet. Dessa låg som grund till byggprojektet som genomfördes på tillgängligt laboratorium vid Chalmers Energi- och Miljöinstitution.

Marknadsanalysen triangulerades genom telefonintervju med aktörer som hittades via Internet (gula sidorna, Google och tips från personer med erfarenhet av elcyklar) och med material från elcykeltillverkare, elcykelleverantörers hemsidor och andra rapporter inom området (Se Appendix för mer information om intervjuerna). En empirisk mättnad uppnåddes efter ungefär ett tjugotal telefonintervjuer vilka överensstämde med det ursprungliga urvalet av antalet grupper i studien. Dessa kompletterades med artikelsökningar på olika databaser¹. Vissa aktörer var betydligt mer insatta inom elcykelområdet vilket medförde att deras intervjuer fick en mer kvalitativ karaktär.

2.1.1 Metodavgränsningar

Internationella internetåterförsäljare ingick inte i marknadsanalysen, då dessa var svåra att kartlägga och deras antal är till synes väldigt stort. Det bör dock påpekas att dessa utgör en del av den svenska elcykelmarknaden.

2.1.2 Reliabilitet och Validitet

Reliabilitet talar om hur känslig studien är för slumpmässiga påverkningar. Validitet handlar om hur lämpliga metodens val är för studien (Bryman och Bell 2007). Utgår man från dessa definitioner anses studien ha hög validitet då den semistrukturerade intervjuerna underlättade för att ställa frågor tillbaka till den intervjuade ifall något var oklart. De mätmetoder som användes för komponenterna är vedertagna från litteratur och från handledare. Dessutom testades värdena genom beräkningar för att se om de var rimliga och validerades på så sätt. Samtidigt är reliabiliteten god eftersom triangulering skedde i marknadsanalysstudien. Flera aktörer hördes vilka gav en gemensam bild som var överensstämmande med övriga intervjuresultat. I komponentanalysen användes datablad och jämfördes med aktuella mätdata. Dessutom testades komponenterna flera gånger, vilket minskar risken för felaktiga mätningar.

¹ Bland annat affärsdata och mediearkivet

3 Livscykelanalys av Elcykel

För att ta reda på hur effektiv en elcykel egentligen är ur miljösynpunkt så har en livscykelanalys gjorts. Detta är viktigt för att kunna jämföra gentemot andra sorters transportmedel och även mellan olika elcyklar (t.ex. med olika sorters batterier). Livscykelanalys är en metod för att utreda en produkts miljöpåverkan från utvinning av material till återvinning och allt där emellan (Sterner, 2008).

Vid första inblick i principen för elcyklar så kan det vara lätt att tro att om man kan ta sig till olika platser med en vanlig cykel så skulle en eldriven cykel bara öka den energi som behövs för att ta sig fram. Den slutsatsen är dock förhastad då det är väldigt grundläggande för en elcykel att den just hjälper cyklisten att ta sig fram, som då inte behöver ta i lika mycket själv. Ytterligare så är en elmotor mycket mer energieffektiv än vad en människa med sin omsättning är. Den mat en människa äter för att kunna skapa energi, för att cykla t.ex. är dessutom preparerad och transporterad. Behandlingen av maten har kostat energi och haft en större påverkan på miljön än vad elektriciteten till elmotorn behöver ha haft.

För att bättre kunna förstå en elcykels effektivitet gentemot andra fordon är det värdefullt att veta hur mycket energi som krävs för att transportera sig en viss sträcka med andra transportmedel, t.ex. en vanlig cykel. Att färdas en kilometer med cykel kräver 5-15 Watt-timmar (Wh) och att gå samma sträcka kräver 15-20 Wh (Lemire-Elmore 2004). Detta visar att med hjälp av en cykel tar man sig fram med mindre energi och dessutom mycket snabbare än för fot. Om man jämför cykelns 5-15 Wh för en kilometer med det vanligt förekommande transportmedlet personbilen så krävs det för samma sträcka över 400 Wh (då endast en förare är i bilen), vilket alltså är 27 ggr mer än för en vanlig cykel.

Den livscykelanalys som kommer att framföras i denna rapport antar att elcyklar kräver ungefär lika mycket energi per sträcka som vanliga cyklar och försummar alltså den extra vikt som tillkommer av motor, batteri etc. Det antas även att en cyklist på en eldriven cykel cyklar ungefär lika fort som vad en cyklist på en vanlig cykel gör. För att få analysen så enkel som möjligt så kommer bara en människas energieffektivitet och batteriet till en elcykel att tas i beaktning. Andra komponenter för en elcykel, t.ex. motorn och batteriladdaren, behöver inte bytas ut och diverse för- och nackdelar med en elcykel behandlas ej heller då analysen då skulle bli komplex. Att det endast är batteriet (från elcykeln) som kommer att analyseras beror på de olika batteriernas egenskaper, som t.ex. laddingscykler och energikapacitet, och att batterier har en ändlig livstid. Att ett batteri behöver bytas ut bidrar till en högre miljöpåverkan. Analysen kommer även anpassas för den svenska marknaden.

För att på ett bättre sätt redovisa livscykelanalysen så kommer den här efter att delas upp för att varje del som skall analyseras skall redovisas tydligt.

3.1 Matproduktion

Att producera mat kräver väldigt mycket energi. Maten skall prepareras, paketeras och transporteras. Tillsammans har alltså matindustrin en icke försumbar miljöpåverkan. För att skapa en viss mängd energi mat så krävs en högre mängd energi för själva tillverkningen. Snittet mellan energin som behövs och energin i form av mat som produceras representerar effektiviteten av matproduktionen. År 2004 hade Sverige ett snitt på 1:7, alltså för en viss energi mat hade 7 ggr så mycket energi använts för att producera den (Lemire-Elmore 2004).

3.2 Matsmältning

Effekten på en människas ämnesomsättning är, jämfört med elektriska motorer, ganska låg. På en cykel har man dock märkt att omsättningen av energi hos människan kan vara så god som 22-26% (Lemire-Elmore 2004). Detta betyder att ungefär en fjärdedel av den energi en människa äter i form av mat blir energi i form av arbete.

Tillsammans med effektiviteten för matproduktionen så behövs alltså $4 \cdot 7 = 28$ enheter energi för att en enhet skall bli arbete på en människodrivna cykel. Kvoten mellan energi ut och energi in är då alltså 1:28.

3.3 Batteri

Ur livscykelanalysens perspektiv är produktionen av batterier en mycket påverkande del för en elcykel då det behövs råmaterial, energi för tillverkning och transport av de färdiga batterierna, som ofta är tunga. Då denna analys har ett mer lokalt perspektiv behöver inte tillverkning och transport av batterier ha en lika förödande del. I Ale ligger en batterifabrik som förr tillverkade blybatterier och det planeras numera att denna fabrik skall tillverka litiumbatterier (Hogström 2007). Låt oss i analysen anta att denna fabrik inte bara skulle tillverka litiumbatterier (Li-Ion) utan även blybatterier (PbA), nickelkadmiumbatterier (NiCad) och nickelmetallhybridbatterier (NiMH). Om man gör detta antagande får man för Göteborg en närliggande tillverkning av alla sorters batterier som kan tänkas lämpliga för elcyklar och man skulle dessutom i analysen kunna försumma den transport av batterier som behövs för Västsveriges elcyklar.

De olika batterisorterna har olika egenskaper där litiumbatterier är de som klarar av att lagra mest energi men de är dock inte lika billiga att producera som blybatterier, vilka dock är överlägset tyngst. För att få en så bra elcykel som möjligt så bör den totala vikten vara så låg som möjligt och batteriet skall kunna lagra mycket energi, och allt detta utan att kostnaden blir för hög.

I Tabell 1 visas energikostnaden för tillverkning av de fyra olika batterisorterna per Wh batterikapacitet. Tillsammans med Tabell 2, vilken visar hur mycket energi som behöver ges till batteriet för att få en viss kapacitet ut ur batteriet, kan en energikvot, likt den som i tidigare stycke räknades ut för en människas energiomvandling, erhållas. Genom att dela

all ingående energi från batteriernas produktion och laddning med energin man kan få ut ur batteriet så fås en energiverkningsgrad. Dessa verkningsgrader redovisas i Figur 1. Värdena i Tabell 2 är rimliga uppskattningar för de olika komponenterna. Nät effektiviteten är en uppskattning av Kanadas elnät som använder mer fossila bränslen än Sveriges elnät. Detta betyder att nät effektivitetsvärdet för Sverige är bättre (högre) än värdet för Kanada (Lemire-Elmore 2004).

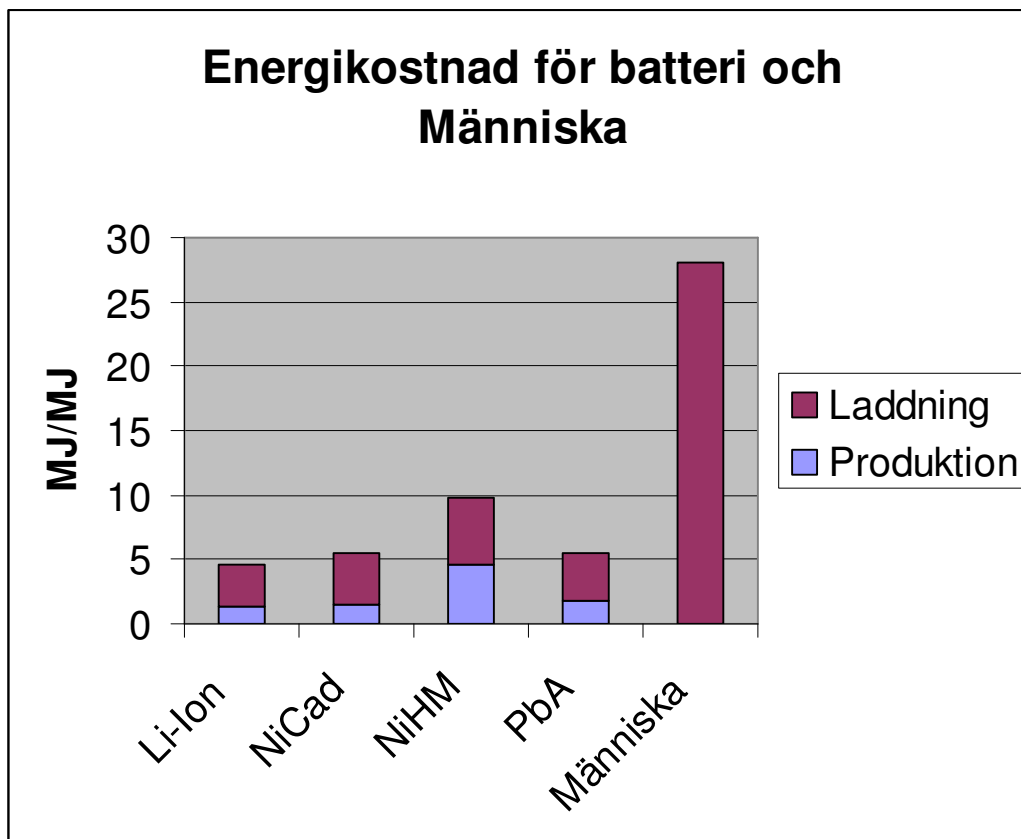
Tabell 1: Energikostnad för batteritillverkning (Ryhd 2003)

Batterityp	Materialindrivning (MJ/Wh)	Tillverkning (MJ/Wh)	Total energi (MJ/Wh)
Li-Ion	0,67	1,2	1,9
NiCad	2,0	2,1	4,1
NiMH	1,6	2,1	3,7
PbA	0,77	0,42	1,2

Tabell 2: Energi ut ur och in i ett batteri. De olika batterierna kan laddas i olika många cykler och har olika höga verkningsgrad vid laddning (Lemire-Elmore 2004).

	Cyklar	Nät-effektivitet	Laddnings-effektivitet	Laddarens effektivitet	Motorns verkningsgrad	Energi in (MJ/Wh)	Energi ut (MJ/Wh)
Li-Ion	500	0,5	0,95	0,85	0,75	4,5	1,4
NiCad	1000	0,5	0,8	0,85	0,75	10,6	2,7
NiMH	300	0,5	0,8	0,85	0,75	4,5	0,8
PbA	250	0,5	0,8	0,85	0,75	2,6	0,7

Det som visas i Figur 1 är det behov av energienheter som måste ges till en viss källa för att få ut en energienhet till arbete i cykeln, i tidigare stycke nämnt som energiverkningsgrad. Tidigare visades att människan behövde 28 energienheter för att ge en energienhet ut i form av arbete på cykeln. I Figur 1 syns tydligt att batterier tillsammans med en elmotor är mycket effektivare när det gäller energibehov för att uträtta arbete. Bäst till ligger energi från ett litiumbatteri som behöver strax under fem energienheter för att ge en energienhet i form av arbete, då är dessutom verkningsgraden för motorn ganska låg (vilket då gäller för alla batteriers uträkningar).



Figur 1: Energibehov för olika batterier och en människa.

3.4 Slutsats av LCA

Som Figur 1 visar så är en elcykel driven med valfritt batteri långt effektivare än om endast en människa skall driva en cykel med sin energi. Batterierna har dock den stora fördelen i analysen att inte ha någon större transportsträcka, men i det fallet då en längre transport skulle beaktas så hade de flesta batterier ändå varit effektivare än en människa. Det är även möjligt för en människa att äta mer lokalt odlad mat, vilket skulle göra transport och behandling mindre energikrävande och energi från människan skulle då närma sig kvoten 1:4 i takt med att kvoten för transport och behandling går mot 1:1. I detta fall skulle en enhet arbete kräva 4 enheter energi, alltså verkningsgraden för människans egen energiomsättning. Vid det helt ideala fallet skulle alltså människan vara mer energieffektiv än en eldriven cykel, men analysen har heller inte beaktat att batterier kan ha tillverkats från återvunnet material vilket skulle göra energikostnaderna för batteriernas produktion lägre.

Även om en batteridriven cykel, som visat, är mycket energieffektivare än en människodriven cykel så måste en elcykel fortfarande drivas av både batteri och människa då det ingår i definitionen av en elcykel att den inte får drivas av endast motor och batteri. Detta betyder att det slutgiltiga resultatet av hur mycket energi som behövs för uträttat arbete är en blandning av det batteri en elcykel har och hur mycket arbete cyklisten själv lägger ner för att driva cykeln.

4 Komponentanalys

En cykel består av ett antal komponenter. På en elcykel tillkommer ett betydligt mer omfattande elsystem som inte finns på en konventionell cykel. För att framföras på ett användarvänligt och smidigt sätt behövs en bra konstruktion på cykeln. Vi kommer här att presentera de olika delarna uppdelade på de olika sektionerna; ram, bromsar, elsystem och drivlina.

4.1 Ram

Den ram som används i projektet är en heldämpad ram vilken ger mer komfort, speciellt eftersom vägarna är gropiga och ojämna t.ex. vid vägbulor och väglagningar. Se Bild 1.



Bild 1: Ramen som används i projektet

4.2 Bromsar

V-bromsar är en mekanisk konstruktion bestående av två gummiklossar en på varje sida om fälgen (se Bild 2). När handtaget på styret greppas klämmer klossarna åt emot fälgen så att cykeln bromsas med hjälp av friktion mellan gummi och metall. Handtagen är vajerdrivna. Det är en billig men ineffektiv teknik då mycket av stoppverkan går åt till värme eftersom att gummi blir snabbt varmt och stoppverkan avtar med värmen.

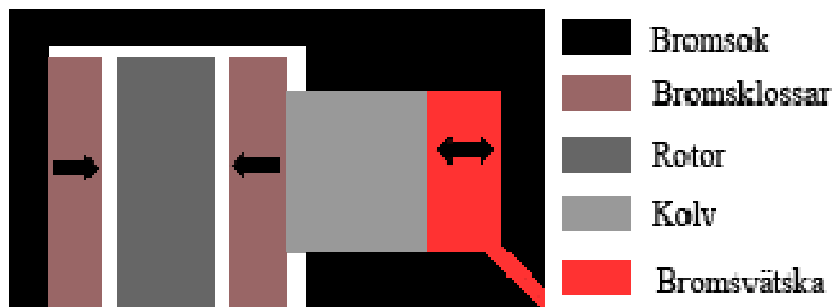


Bild2: V-broms

Skivbromsar använder principen att en rotor sitter monterad på hjulnavet, rotorn är oftast tillverkad i någon form av metall. På rotorn sitter ett bromsok (se Bild 3). Bromsoket är en hydraulisk konstruktion. Inne i bromsoket finns en eller flera kolvar som driver bromsklossarna fram och tillbaka enligt Figur 2. Skivbromsen applicerar bromsverkan således också via friktion, men eftersom friktionen i en skivbroms uppstår mellan två metaller så fås en bättre bromsverkan eftersom metall hanterar värme bättre än gummi. Bromskraften regleras med trycket på reglaget (Hayes disc brakes 2005).



Bild 3: Bromsok



Figur 2: Principskiss av funktionen hos en skivbroms.

För att kunna stanna på det mest effektiva sättet är skivbromsar det bästa alternativet. Skivbromsar är dock idag fortfarande betydligt dyrare än de traditionella V-bromsarna. Vi har därför valt att använda V-bromsarna som fanns ursprungligen fanns på cykeln.

4.3 Elsystem

Elsystemet består av en trefasmotor, en styrbox, ett antal givare, ett batteri och en återladdningskrets.

4.3.1 Motorn

Motorn är en permanentmagnetiserad motor med tre faser, varje fas har en märkspänning på 24 Volt och en märkström på 7 Ampere. Motorn är monterad i framhjulet på cykeln (se Bild 4). Detta ger fördelen att motorn inte sitter i direkt kontakt med växelpartiet på bakhjulet vilket minskar stressen på kransarna. Nackdelen är att cykeln kan kännas framtung vilket i sin tur kan leda till framhjulssläpp om cyklisten inte är medveten om risken. Framhjulssläpp innebär att framhjulet tappar greppet emot vägbanan och därmed viker sig hjulet i svängen. Inne i motorn sitter tre stycken hallsensorer. En hallsensor är en magnetisk givare som vid ett givet magnetfält ger en utsignal, vanligen en spänningsnivå eller helt enkelt av/på. Principen bygger på fenomenet som kallas för halleffekt (Nave 1998). Hallsensorerna har till uppgift att kontrollera så att rotorerna magnetiska poler är i korrekt läge i förhållande till statorlindningarnas strömmar. Sensorerna är kopplade till styrboxen och de talar om sin nuvarande status för en mikroprocessor i styrboxen.



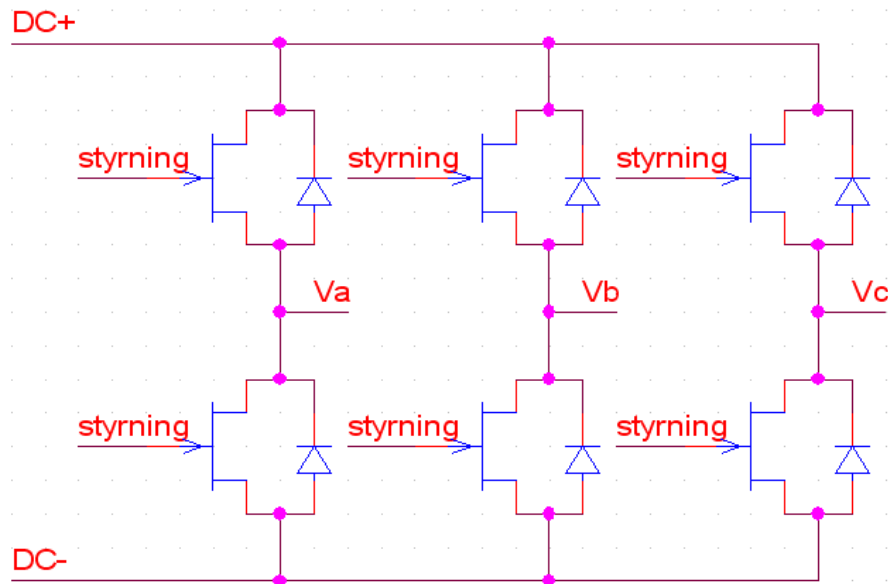
Bild 4: Navmotorn

4.3.2 Styrboxen

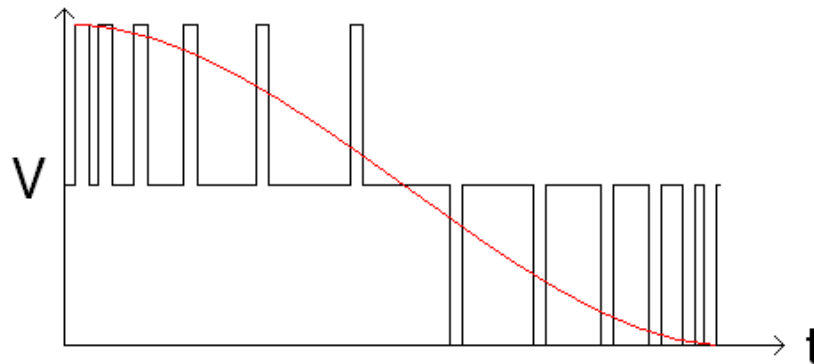
I styrboxen samlas alla signaler in och distribueras. Här sker även DC/AC-omriktningen. Omriktningen sker via en metod som kallas för Pulsbreddsmodulering (PWM). Processen använder sig utav sex transistorer och sex dioder som är placerade enligt Figur 3. Styrningen av transistorerna sker via en triangel- eller fyrkantspuls(exempel med fyrkantsvåg finns i figur 4 för 1 fas). Sinusformen fås genom att pulsbredden moduleras genom att transistorerna leder vid olika tider och olika länge. Medelvärdet av av/på tiderna skapar då en sinusvåg.



Bild 5: Styrboxen



Figur 3: Krettschema över en DC/AC-omriktare.



Figur 4: principskiss över 1-fas DC/AC omvandling med hjälp av pulsbredds modulering

4.3.3 Batteriet

Batteriet som används i vårt projekt är ett Nickelmetallhybrid (Ni-MH) batteri (se Bild 6). Batteriet har en spänning på 24 volt och är inpackat under pakethållaren på cykeln. Det finns idag bättre batterier att tillgå på marknaden, dessa har jämförts i livscykelanalysen. Med tanke på den komplexa uppbyggnaden av batteriet behålls originalbatteriet för att inte ändra specifikationen, även om detta skulle kunna öka batteritiden signifikant om antalet amperetimmar kan ökas.

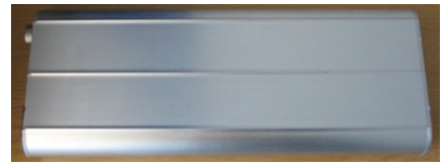


Bild 6: Batteriet

4.3.4 Sensorer

Det finns ett stort krav på elcyklar i Sverige. Kravet är att under färd måste pedalerna vara i rörelse om motorn är i drift. Uppfylls inte det kravet klassas fordonet som en motorcykel eller moped (Vägverket, privata avdelningen 2007). I vårt paket finns med anledning av dessa regler en så kallad Pedelec sensor (se Bild 7). Pedelec är en akronym för PEDal ELECTric. Den består av en roterande magnetisk sensor som ger en signal till styrboxen om trampnavet är i rotation eller ej. Sensorn är monterad direkt på trampnavet. På de två bromshandtagen så finns det en brytare i varje handtag. Brytaren släpps automatiskt upp när du börjar bromsa. Båda brytarna är kopplade till styrboxen och de ser till att motorn inte försöker driva cykeln framåt när du bromsar, utan istället motorbromsar vilket kortar ner bromssträckan.



Bild 7: Pedelec sensorn

4.3.5 Återladdningskrets

Mellan motorn och batteriet har vi konstruerat en återladdningskrets (Bild 8). Återladdningskretsen laddar batteriet med den spänning som genereras från motorn när den inte driver, exempelvis när cykelns hastighet överstiger 25 km/h och därmed inte får ha motorhjälp enligt lagen, eller är avstängd för att cykeln håller på att bromsas. Kretsen består av sju dioder, en spänningsregulator, fyra kondensatorer, fyra resistorer och en spole, för layout se kretsschema i Figur 5. Kretsen aktiveras via en knapp på styret. Knappen bryter upp återladdningskretsen så att den inte är

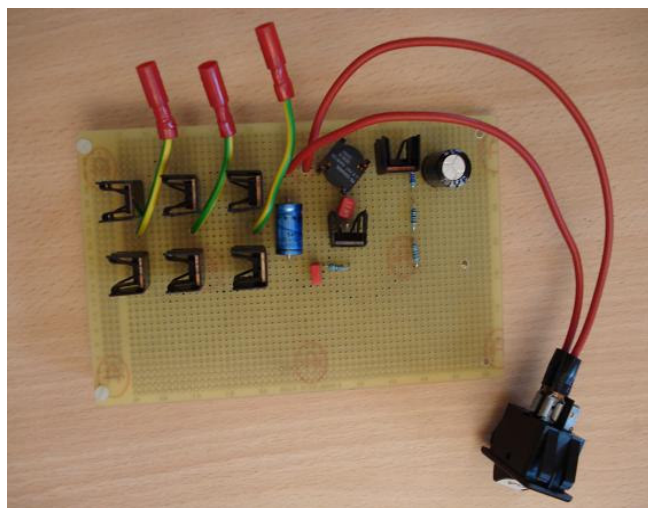
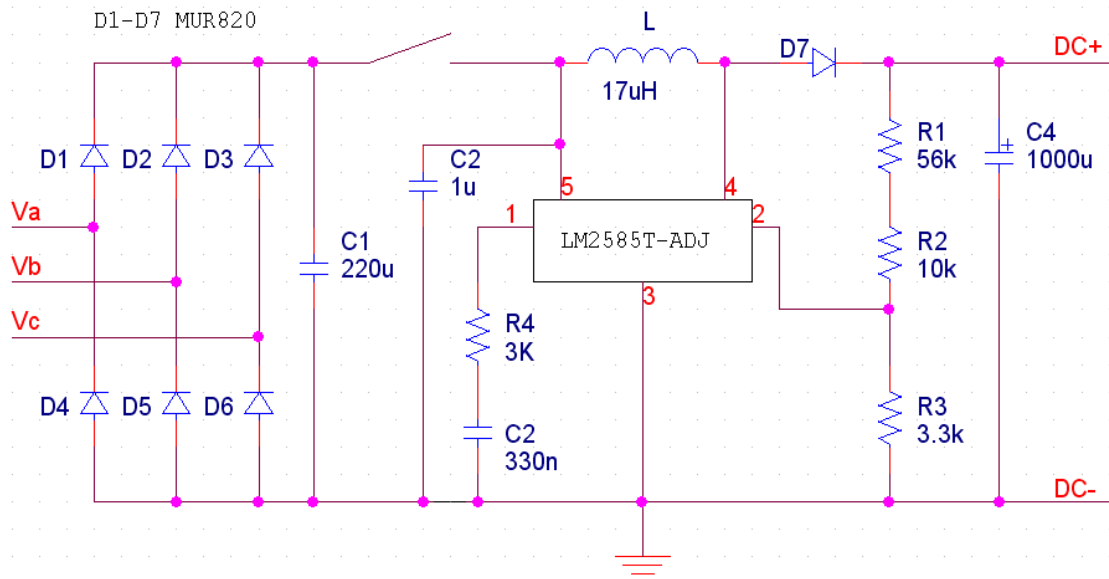


Bild 8: Den konstruerade återladdningskretsen

sluten och därmed inte är aktiv.



Figur 5: Krettschema för återladdningskretsen.

4.4 Drivlina

Drivlinan innefattar de komponenter som gör att kraft överförs mellan energikälla och däck och därmed för cykeln framåt. I vårt fall har vi två energikällor, människa och batteri. Vi har redan förklarat den elektriska delen av drivlinan tidigare i denna rapport. Följande stycke kommer att behandla den mekaniska delen, vilket alltså är i vårt fall är växelsystem, frikoppling och däck.



Bild 9: Drev och växelväljare

4.4.1 Växelsystemet

Växelsystemet består av fem komponenter; två drev, två växelväljare och en kedja. Vi har valt att använda växelsystemet som finns i originalutförande på cykeln. Det främre drevet består av tre kransar, dessa sitter fixerade i pedalnavet. På bakhjulsnavet sitter en växelkassett med sju drev, tillsammans ger dessa två drev ett växelsystem med 21 växlar. Växelväljarna som flyttar kedjan styrs ifrån handtagen med hjälp av vridreglage. I den bakre kassetten sitter även en frikopplingsmekanism vilken gör att du kan låta cykeln rulla av sig själv. De mekaniska och elektriska drivlinorna arbetar parallellt, och kan

därmed användas var för sig eller tillsammans. Det bör dock nämnas att om elektrisk drift används utan att pedalerna roterar (mekanisk drift) är cykeln att betrakta som en motorcykel och som nämnts tidigare måste då cykeln vara trafikförsäkrad och personen som framför cykeln måste dessutom uppfylla övriga krav på motordrivna cyklar, exempel vis hjälm och blinkers. Det är därför inte rekommenderat att köra cykeln med enbart elektrisk drift.

4.4.2 Däck

Däcken är standard mountainbike däck. Dessa har valts framför normala landsvägsdäck därför att de ger bättre grepp på en våt vägbanan samt klarar flera sorters terräng.

5 Marknadsundersökning

Inom ramen för kandidatarbetet har en marknadsundersökning genomförts för att kartlägga aktörerna på den Svenska elcykelmarknaden och undersöka deras attityd och syn på återladdningskretsar (i vissa fall även känt som elgenererande bromsar) på elcyklar samt att få en aktuell lägesrapport om hur många elcyklar som säljs i dagsläget.

Hur populära är elcyklar idag? En kort omvärldsanalys ges nedan för att ge en samlad bild av läget.

5.1 Elcykeln i världen

Begreppet elcykel har funnits länge. Redan på 60-talet började man forska om elcyklar i Kina men det dröjde tills 80-talet innan de första produkterna lanserades (Weinert et al 2008). De fick dock inget större genomslag mestadels på grund av det höga priset och försvann efter några år. Yamaha Power Assist System som lanserades av japanska Yamaha 1994 var världens första elcykel med en Pedelec-sensor och det är den princip som används än idag på elcyklar (Nyman 2008).

Idag är elcyklar på klart växande frammarsch och ett exempel på detta är att elcykelförsäljningen i världens cykeltätaste land, Kina. Där ökade elcykelförsäljningen från 40 000 år 1998, till 10 000 000 st. år 2005 och 12 000 000 år 2006 (Weinert et al. 2006²). Kina står även för större delen av världselcykelproduktionen med över 20 000 000 elcyklar år 2006 (Nyman 2008). Trots att elcykelmarknaden är stor är elcykeln ett relativt nytt fortskaffningsmedelfenomen, man har således inte sett hur den påverkar infrastruktur, kundbeteenden eller regleringar under ett längre perspektiv (Weinert 2006).

5.2 Europa

Det var år 2003 som elcykeln blev godkänd att användas inom EU (Everljung 2004). Sen dess har det varit en långsam uppgång för försäljningen. I dagsläget ökar elcykelförsäljningen i Europa och de största elcykelländerna är England, Tyskland och Holland. Totalt såldes 125 000 elcyklar i Europa 2006 (Nyman 2008). Engelska Powabyke har en ledande position på den europeiska elcykelmarknaden och har kontor i många europeiska länder. Europa har inte någon större elcykelproduktion, utan importerar från Asien där produktionskostnaderna är betydligt lägre.

5.3 Sverige

Elcykelmarknaden är omfattande i Sverige idag, med avseende på återförsäljningsutbudet, men även i viss mån de internetåterförsäljare utanför den svenska arenan som bedriver affärsverksamhet mot svenska marknaden (direkt till kund). I undersökningen ingick både försäljare av konverteringspaket³ och försäljare av hela elcyklar.

³ En påbyggnadssats är utrustning som monteras på en vanlig cykel för att förse den med

Störst på den svenska marknaden är idag brittiska Powabyke följt av olika Asien-importerade elcyklar (Nyman 2008). Många aktörer tror att elcykelmarknaden kommer att få ett lyft i takt med att fler stora aktörer gör entré på marknaden. Elcykelmarknaden förutspås bli starkare under de kommande åren och många elcykelförsäljare kan redan idag, 2008, se ett ökat intresse för elcyklar.

Gällande de hemsidor på Internet som säljer elcyklar krävs en viss kunskap hos kunden, för att överhuvudtaget hitta hemsidorna. Då lagen är olika inom olika länder och världsdelar gällande elcyklar är det upp till köparen att ta reda på ifall den erhållna elcykeln körs på laglig basis då de handlar via Internet. Flera Internetleverantörer kan framstå som oseriösa på den punkten, då de radar upp argument för varför inte en elcykel är mer olaglig än att gå över röd gubbe, med avseende på de regleringar som vägverket bestämt för elcykeldefinition.

5.4 Marknadens aktörer

5.4.1 Tillverkare

Utav de återförsäljare i Sverige som kontaktades köptes alla elcyklar in från Kina eller Japan. Även om många anser att Japan fortfarande håller en bättre kvalitet på produkten så ökar efterfrågan på kinesiska elcyklar. Vissa försäljare monterar ihop elcykeln inom Europa för att spara pengar eller för att få bättre kontroll över moteringsprocessen. Detta görs även för att kunna erbjuda olika varianter av elcyklar.

Aktörer: Giant, Monark, Powabyke

5.4.2 Leverantörer

Det är svårt att göra en distinktion mellan leverantörer och försäljare. Flera av de som säljer elcyklar levererar även sina produkter till andra butiker, ett exempel på dessa är Powabyke, Giant och Monark. Ifall kunderna köper elcykeln på Internet från Kina, så klipper de mellanhanden vilket kan innebära en högre risk, då kvaliteten riskerar att vara sämre. I gengäld kan de få elcykeln till ett lägre pris och det är även mindre kontroll på prestanda, då elcyklar med starkare motorer än tillåtet går att köpa direkt från tillverkarna. En annan risk är leveransen, då någon komponent skadas vid transport eller att något annat fabrikationsfel uppstått; att leverera nya komponenter kan medföra långa väntetider om kommunikationsmissar uppstår. En annan risk är att små detaljkomponenter ej medföljer, vilket medför senare komplikationer, med olika mått på komponenterna vilka ej följer standarder i hemlandet.

Aktörer: Powabyke, Giant och Monark samt internetåterförsäljare

5.4.3 Säljare

Elcyklar i Sverige köps som tidigare nämnt antingen från butik eller från internetleverantörer. I det senare fallet finns ett mycket större urval. Många väljer att köpa direkt från kinesiska leverantörer, vilka har fördelen med lågt pris. Dock händer det att skador uppstår under frakt, vilket medför att kunder bör vara beredda på att återjustera däck och andra komponenter vilka kan ha tagit skada.

Studien identifierade ett tjugotal aktörer varav några har ytterligare återförsäljare på ett femtiotal platser var i Sverige. I takt med att elcyklarna blir allt vanligare ökar suget från kunden, vilket gör att butikerna efterfrågar ännu fler elcyklar. Under sommaren 2008 väntas även Cycleurope Sverige AB lansera deras elcykel på allvar, modellen Monark ECO är en elcykel som är utvecklad från postens elcyklar. Många vanliga cykelaffärer erbjuder någon modell av elcykel, det är efterfrågan som styr utbudet i butiken. Statistisk data på försäljning är svårt att få. Detta beror på att de flesta försäljare är så pass nya att de inte har några årsdata.

Aktörer: Många, Se ett urval i appendix. Det är främst vanliga cykelbutiker, men även internetbutiker.

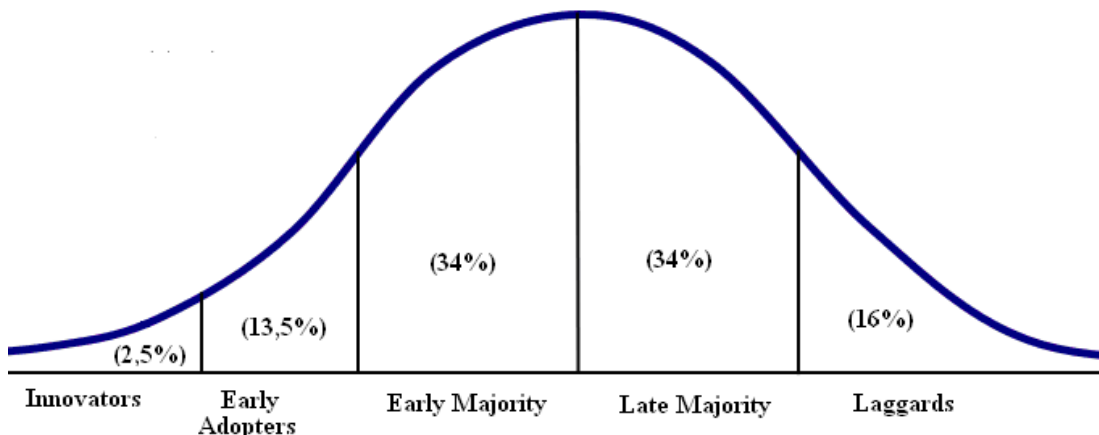
5.4.4 Köpare

Då elcyklar fortfarande är i introduktionsstadiet som transportmedel i Sverige kan det vara för tidigt för att dra någon korrekt slutsats om den typiska elcykelköparen. De data som står som grund för identifieringen är dels baserade på en engelsk studie dels tagen från de intervjuer som gjorts, även om de är relativt få elcyklar som sålts i Sverige än så länge.

Dagens elcykelköpare är oftast äldre människor som inte orkar använda sin vanliga cykel, utan behöver komplettera med hjälpmotor. Av de engelska elcykelanvändarna är 90% över 40 år medan 50% är under 60 år (Powabyke Survey, 2001). Argumenten för att använda elcykel var att det var låga kostnader, lätt att parkera och miljöaspekter, vilka stämmer överens med de svenska elcykelköparna.

Powabyke i Sverige har även identifierat ett annat kundsegment vilket är ungdomar; de ser elcykeln som en ersättning för moped, samt ett sätt att spara pengar, i takt med ökande bränslepris.

Slutligen har surfingkulturen försökt sig på att anamma elcykeltrenden då den stämmer väl överens med surfarnas livsstil, att ta sig ner till stranden (inom några kilometers avstånd) utan någon större ansträngning. Det enda negativa är att surfbrädan kan vara problematisk att lasta på elcykeln.



Figur 6 visar de olika stadierna av adoption av en innovation vilka kategoriseras i fem delar.

Elcyklar befinner sig i det tidiga stadiet på marknaden, och köparna karaktäriseras av *Innovators*, 2,5 % av en population (Se Figur 6) (Rogers 2003). Dessa karaktäriseras av, precis som namnet framhåller, att vara bland de första att ta till sig en ny innovation. Dessa tenderar att ofta vara riskbenägna, välutbildade och med ett intresse att följa spetsutveckling även om många av de köpare som säljarna identifierar tycks vara i synnerhet äldre personer.

Vidare anammar även flera yrkeskategorier elcykeln. Bland dessa är brevbärare ett stort kundsegment vilka satsar på elcykel som arbetsfordon, då de på så sätt undviker att

anstränga sig vid krävande terränger. Vissa brevbärare började använda elcyklar för flera år sen. Det är dock inte förrän på senare år som det har blivit en omfattande användning. Det är även upp till respektive lokala postkontor att köpa in elcyklar. Ett sådant postkontor är posten i Lindesberg. De hävdar att detta minskar belastningen på kroppen och kan vara ett hjälpmedel till brevbärare med förslitningsskador (Mattisson 2008). En annan orsak är miljöaspekten (Müller 2008). Av landets 7 000 cyklar inom brevbärarkåren har 350 varit försedda med små elmotorer. Posten är fortsatt positiv till köpen. Cyklarna har redan gett ett mätbart positivt resultat. Ifjol fortsatte sjukfrånvaron inom företaget att minska då det gick från 7,8 till 6,5 procent. Brevbärarna lastar ofta cyklarna tungt, runt 40 kilo väger posten. Att dela ut breven tar normalt mellan två och tre timmar, men det är transporten dit och tillbaka som blir snabbare med en elcykel, elcykeln reducerar transporttiden till hälften om inte ännu mer (Grenninger 2008).

Förutom att postpersonalen mår bättre sparar det också in 100 miljoner kronor (Arnström 2007). Sett ur detta perspektiv kan elcykeln komma att bli ett allt vanligare inslag inom industri i allmänhet och transportsektorn i synnerhet. Brevbärarna är mycket belåtna inom posten och fordonet har ändrat deras motivation till arbetet. Det är deras bästa investering på mycket länge (Grönevik 2008).

Produkten har också visat sig så lyckosam för Monark, som var det företag som började med att leverera elcykeln till posten, att företaget nu lanserar en cykel på samma koncept för vardagscyklisten. Monarks elcyklar tillverkas i Vansbro som börjar med en första serie på 400 cyklar som ska levereras till hela Norden och till Tyskland. Under nästa år räknar de med att tillverka betydligt större volymer (Danielson 2008).

Cykelbudfirmor verkar dock mer skeptiska, och påpekar att deras cykelbud oftast är motionscyklisterna eller elitcyklisterna vilka behöver träningen för att upprätthålla deras fysiska status.

Undersökningar från England tyder på många fördelar för elcykelägaren och generellt sätt är alla mycket nöjda med sin elcykel. Elcykelturer medför en total restid som generellt är 10% snabbare än en busstur, 20% snabbare än en vanlig cykeltur och endast 50% långsammare än en biltur. Kostnaden var dock endast 10% av buss- och bilalternativet inom rimliga avstånd så som 10 till 20 km (Powabyke Survey 2001).

5.5 Trender

Som tidigare indikerats har elcykeln tagit en allt större plats på cykelmarknaden. Powabyke är ett av de företag som satsar stort på marknadsföring av elcykeln (www.powabyke.se och www.ttela.se). Detta öppnar upp för att fler potentiella kunder skall skapas och för att elcykeln får en mer accepterad roll som transportalternativ. Powabyke anser att all marknadsföring ger resultat och de erhåller många kundordrar. De har fått många nya beställningar av elcyklar från många olika bolag nu under våren (fastighetsbolag från Göteborg). Även befintliga elcykelkunder väljer att köpa in fler elcyklar (däribland Vägverket). Hemtjänsten i flera kommuner i Sverige har hört av sig, Botkyrka kommun och Helsingborgs kommun har sedan länge elcyklar till sin

vårdpersonal. Fordonet är relativt underhållsfritt och kostnaderna är låga i förhållande till motsvarande alternativ (Webfinansier 2008).

Mässan På Två Hjul ses också som ett startskott för den nya elcykelepoken; där premiärvisade Monark sin nya svensktillverkade elcykel som för första gången riktar sig till vanliga konsumenter (Monark Professional 2008). Detta medförde att många cykelhandlare fick upp ögonen för den svenska elcykeln som kan komma att ta över Powabykes ställning som Sverigeledande inom elcykeldistributionen.

Samtidigt har det diskuterats om elcykeln har fått den uppmärksamhet den förtjänar. Vissa återförsäljare påpekade att i stort sett ingen marknadsföring gjordes i Sverige vilket de anser är en kraftigt bidragande orsak till den förhållandevis svaga efterfrågan, förutom det höga priset, gentemot vanliga cyklar (Nyman 2008). Vissa aktörer upplever elcykelmarknaden som extremt trög och vissa upplever elcyklar som en nymodighet och ifrågasätter om det passar hos cykelhandlare (Nyman 2008). Trots vissa påtryckningar från kunder verkar det dröja innan det slutgiltiga genombrottet kommer. Andra hävdar att det är ett maktspel, vilket kan ha sin grund i konkurrenssituationen mellan elcyklar och andra transportmedel.

Under 2008 tros ändå ett mindre genombrott ske på elcykelmarknaden. Tillverkaren av märket Giant, stationerade i Sundsvall ser en tydlig försäljningsbom under detta år. Med regelbundet sålda 15 elcyklar per år, uppgår nu försäljningssiffrorna till över 200.

Svenska Powabyke har dock inte påträffat samma bom, de sålde i snitt 250 st. ifjol. Sedan starten 2003 har det varit en relativt linjär ökning på 50 elcyklar per år.

5.6 Utseende

I takt med att prestandaförbättringarna mattats av något ser fler och fler tillverkare till designen av elcyklarna. Med prestanda menas motorns kvalifikationer, så som motorstyrka och hastighet etc. Från att från början liknat mopeder satsar många tillverkare på att få dem att vara identiska med vanliga cyklar (Nyman 2008).

Kunderna eftersträvar att ha elcyklarna så cykellika som möjligt. Detta hörsammas av elcykeltillverkarna vilka designar dem med smidigare ramar och mindre robusthet. Många elcykelföretag har misslyckats på grund av brister i designen (Nyman 2008). Detta berodde ofta på elcyklarnas illa dolda komponenter och design som utstrålade mer maskin och funktion än cykel och känsla. Likt många andra nya branscher påverkade av snabb utvecklingstakt får ofta utseendet stå tillbaka på teknikens bekostnad.

På många elcyklar har maskineriet implementerats i ramen, för att minimera ytorna samt kombinera en skyddande ram med en stabil ställning, t.ex. USA-tillverkade elcyklar från Optibike. Det som tar störst plats på elcykeln är batteriet. Vilket som är det bästa batteriet råder det delade meningar om men då många batterier är tunga väljer många de lättare batterierna på bekostnad av prestanda eller pris (Samuelsson 2000).

5.7 Prestanda

Då elcykelmarknaden är stor, bedrivs det forskning parallellt på flera olika platser. Prestandan på den svenska marknaden är dock begränsad, då lagstiftningen sätter stopp för allt för starka och snabba motorer. USA har till exempel elcyklar på runt 800W, vilket ej är aktuellt för den svenska marknaden. Detta påverkar urvalet för den svenska kunden, i synnerhet när elcyklarna säljs online.

Hos de flesta tillverkarna finns möjligheten att välja prestanda efter behov. CEN (European Committee of Standardization) kom under slutet av 2007 ut med en europeisk säkerhetsstandard för el-cyklar vilken troligen kommer att gälla för samtliga EU länder. Detta kommer att göra det enklare för tillverkare att anpassa sina produkter och därmed kunna producera för en större marknad (Nyman 2008).

Om återladdning räknas som prestanda återstår det att minimera kostnaderna för detta tillägg och förhoppningsvis optimera självdrivandet. Andra hybridfordon så som solcellsutrustade elcyklar har presenterats på marknaden. För svenska användare har det dock föga betydelse då solinstrålningen är begränsad i Sverige jämfört med andra sydligare länder, vilka därför får ut mer ström från solen.

5.8 Pris

Priset på el-assisterade fordon är fortfarande relativt högt vilket beror på utvecklingskostnader och framförallt batteripriset. Priset kan sjunka dramatiskt ifall kunden väljer att montera elcykeln på egen hand. De dyraste produkterna kostar idag kring €5000 (45000 SEK) och snittet för en normal standard elcykel ligger kring €1500-€2000 (13500-18000 SEK) (Nyman 2008). Samtidigt kostar en elcykelhubmotor runt €200(1800 SEK) från Golden motor, medräknat fraktkostnader. Skulle en elgenerator inkluderas i elcykeln talar de svenska elcyklenförsäljarna om att priset skulle stiga från 8000 upp till 25000 SEK (Värdena är erhållna från Powabyke Helsingborg).

5.9 Återladdningsbara elcyklar

Att tillverka en återladdningskrets för en elcykel är ett av målen med kandidatarbetets konstruktionprojekt. Samtidigt visar marknadsstudien att marknaden inte är redo för återladdningskretsar på elcyklarna. De återförsäljare som intervjuades menade att det var en svag efterfrågan på dessa egenskaper hos elcykeln, även om det vid ett fåtal tillfällen förekom. Andra menade på att elcykelpriset skulle stiga dramatiskt, då det skulle kräva helt annorlunda komponenter för att hantera återladdning, vilket skulle gå ut över att ingen ville köpa den. Dessutom ligger elpriset per mil för en elcykel mellan 10 och 20 öre (Webfinansier 2008).

Trots att återladdning verkar vara lågt prioriterat finns det ett fåtal aktörer vilka erbjuder det. Kinesiska Golden motor är en av dessa aktörer. De menar att återladdning inte är tillräckligt effektivt för att kunna användas som ersättning för vanlig laddning, men medför att bromsarna slits mindre och att batteriet inte behöver laddas lika ofta, förutsatt att den används frekvent.

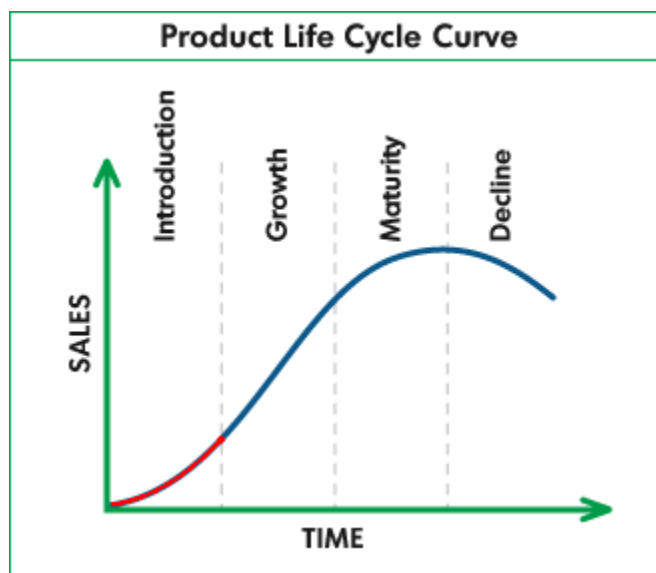
Japanska bolaget Sanyo publicerade en artikel om deras nya elcykel vilken kunde ta sig nästan 50% längre med hjälp av elgenererande bromsar, vilket anses vara revolutionerande. Batteriet var av typen Lithium-ion och väger 760 gram (Green Car Congress 2008). Detta ger en indikation på att framsteg görs på området och att man kan vänta sig att det kommer att vara vanligare på några års sikt. I dagsläget förekommer det ett misstroende för återladdning på marknaden. Utöver prisökningen som elgenereringen medför finns även bland återförsäljarna en skepticism mot prestanda av återladdningsbara elcyklar och ett ifrågasättande av den totala nyttan i förhållande till prisökningen.

5.10 Typ av innovation

Var står Elcykeln i position på marknaden och hur kan man förvänta sig att det kommer att se ut på några års sikt. Tanken är att vi skall placera elcykeln på svenska marknaden i ett innovationsfack för att öka förståelsen för vart den är på väg och urskilja vad som fattas innan den korsar "the chasm"⁴

Än så länge är det vissa fåtal segment som vågar sig på att anamma Elcykeln.

Innovationen kan identifieras som en produktinnovation (Tidd et al. 2005), med detta menas att den är en förbättring av en befintlig produkt.



Figur 7: Visar den första fasen i produktens cykel på marknaden. Det är i introduktionen som elcykeln har identifierats just nu.

Slutsatsen man kan dra av Introduktionsstadiet (se figur 7) är att generellt så är kostnaderna höga för tillverkning, samtidigt är säljvolymerna låga. Konkurrensen är förhållandevis låg och många tillverkare väntar en acceptans hos kunden. Det gäller i detta stadium att skapa ett kundbehov, vilket erhålls genom information och marknadsföring av kundnyttan med elcykeln. Slutligen bör kunderna drivas på i köpanget, i syfte att uppnå tillväxt. (Anderson et al 1984)

⁴ Chasm: en barriär man korsar när man marknadsintroduceras och börjar nå en viss grad av acceptans

6 Avslutande diskussion

Som tidigare nämnts införskaffades vår elcykelsats hos en firma i Österrike som importerar ombyggnadskitt ifrån Kina. Det blev en allmän besvikelse då den levererade elektronikboxen var skadad och det har i dagsläget inte anlänt någon ersättningsdel för den skadade komponenten, trots att företaget hävdar att de skickat två stycken till oss. Därför var improvisation nödvändig för att fullfölja projektet och att försöka lista ut hur elektronikboxen borde ha fungerat för att sen kunna bygga vår återladdningskrets enligt dessa antaganden. Det största problemet under projektet har varit att hitta information vid rätt tidpunkt. I dagsläget inser vi att elcykelsatsen lika gärna kunnat köpas i Sverige och fått bättre support och ökad kommunikation. När komponenterna till återladdningskretsen inhandlades från en svensk försäljningshemsida var leveranstiden en dag.

7 Slutsats

Ambitionen med hela projektet var att vid projektets slut ha en fullt fungerande elcykel med en återladdningskrets som under drift kunde ladda cykelns batteri med tomgångsspänningen. På grund av de leveransomständigheter som råder från www.specialbikes.at har vi idag ingen färdig elcykel att visa upp. Med våra antaganden som vi gjort har vi däremot med större framgång byggt en återladdningskrets som tros vara fullt fungerande.

Då det inte är möjligt att genomföra något ordentligt slutgiltigt test av vår elgenererande elcykel är det svårt att uppskatta den förbättring vår uppladdningskrets bidrar med. Det är dock givet utan några som helst tvivel att en cykel med en sådan krets som vi konstruerats skulle ha en längre räckvidd då vi vet att kretsen kan ge batteriet ström då den är aktiv, hur bra är som sagt fortfarande obesvarat. Att vår modifiering har en positiv kortsiktig effekt på elcykelns effektivitet är alltså klart och vi har med andra ord delvis uppnått våra önskningar och mål med detta projekt. Långsiktiga effekter som vårt arbete kan ha på effektiviteten är dock mer oklara. Enligt de studier som gjorts i Japan så kan återladdningskretsar ge med betydande skillnad i hur lång räckvidd elcykeln har. Studien tyder även på att det inte är så dyrt som många elcykelproducenter hävdar att erbjuda återladdning (flera tusen SEK). Även om marknaden inte är fullt mogen för att välja återladdning framför vanligt nätladdning.

8 Källor

Anderson, Carl R, Zeithaml, Carl P, 1984, Stage of the Product Life Cycle, Business Strategy, and Business Performance, *The Academy of Management Journal* Briarcliff Manor

Arnström, Peter (2008) Här är el-posten på väg. (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.st.nu/nyheter/lokalt.php?action=visa_artikel&id=710742 (2008-04-24)

Bryman, A., Bell, E., (2007): *Business research methods*; Oxford University Press. Oxford

Danielson, Göran. 2008, *Monark Exercise lanserar ny elcykel*, Falu Kuriren

Everljung, Johan. 2004, *Med elkraft under sadeln*, Västerbottens-Kuriren

Green Car Congress (2008) Sanyo Introducing Li-Ion Bike with Regenerative Braking. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.greencarcongress.com/2008/03/sanyo-introduci.html> (2008-04-24)

Grenninger, Anna-Karin. 2008, Nya postcykeln ett riktigt kraftpaket, Södermalmsnytt

Grönevik Isabel, 2008, *Elcykel gör motlutet lättare*, Norrköpings Tidningar, Norrköping

Hayes disc brakes (2005). *Hayes "U". An introduction to mountainbikes disc brakes Technology*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.hayesdiscbrake.com/hayesu_product1.shtml>. (2008-04-25).

Hogström, Hanna. (2008). *Batterifabrik planeras i Ale kommun*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.ale.se/webb/foret.nsf/doc/A896239FF98F15C0C12573D3002FACD9> (2008-03-03).

Lemire-Elmore, Justin (2004) *The Energy Cost of Electric and Human-Powered Bicycles*. University of British Columbia.

Mattisson, Matilda (2008) Bra med elcykel tycker brevbärare. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.sr.se/orebro/nyheter/artikel.asp?artikel=1965114> (2008-04-24)

Monark Professional, (2008). Produktblad 2008. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://nemonet.swefair.se/upload/Elcykel%20monark.pdf> (2008-04-24)

Müller, Arne 2008 Brevbärare testar elcykel (elektroniks) Tillgänglig:
<http://svt.se/svt/jsp/Crosslink.jsp?d=73925&a=1075760> (2008-04-24)

Nave, Carl Rod (1998.) *Gergia State University*.
(Elektronisk) Tillgänglig: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/magnetic/Hall.html>>. (2008-04-25).

Nyman, Andreas, 2008, Design av påbyggnadssats för elcykelkonvertering, Luleå tekniska universitet, Institutionen för Arbetsvetenskap, Avdelningen för Industriell design. Lund

Powabyke survey: Key findings of the Powabyke/Leeds university findings

Powabyke Sverige (2008) Nyheter och Press. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.powabyke.se/press.html> (2008-04-24)

Rogers, Everett M, 2003, Diffusion of innovations, Free press, cop. New York

Rydh, Carl Johan (2003) *Energy Analysis of Batteries in Photovoltaic Systems*.
Electrical Energy
Storage-Applications and Technology (EESAT).

Samuelsson, Kenneth.(2000) Allt fler elcyklar i Sverige. (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.miljomagasinet.se/artiklar/cyk_35.html (2008-04-24)

Sterner, Thomas (2008). *Livscykelanalys*. (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=243295. (2008-04-24).

Tidd. Joe, Bessant. John, Pavitt Keith., (2005) Managing innovation : integrating technological, market and organizational change, Hoboken : Wiley

Vägverket, privata avdelningen (2007). *Elcykel*. (Elektronisk) tillgänglig:
http://www.vv.se/templates/page3____4576.aspx. (2008-01-22).

Webfinanser (2008) Kommunalt fastighetsbolag köper elcyklar. (Elektronisk)
Tillgänglig: <http://www.webfinanser.com/site/artikel.asp?pmid=674260> (2008-04-24)

Weinert J, Ma C, Cherry C, 2008. The Transition To Electric Bikes In China: History And Key Reasons For Rapid Growth

Weinert J, Ma C., Yang. X, Cherry C, 2006, The Transition to Electric Bikes in China: Effect on Travel Behavior, Mode Shift, and User Safety Perceptions in a Medium-Sized City, *Institute of Transportation Studies, Graduate Student Researcher University of California*,

Werner, Suzanne (2008) Lilian Borg - lycklig vinnare av dyr elcykel. (Elektronisk)
Tillgänglig: <http://www.ttela.se/?article=38645> (2008-04-24)

Appendix

Tabell 3: Komponenter och deras märke och modell.

	Märke	Modell
Ram	Yosemite	Black Fox
Stötdämpare fram	Zoom	No bransch
Stötdämpare bak	LT	LJ400A
Bromsar fram & bak	Shimano	Pro max
Motor	Suzhou electric motor company	129SWX36
Styrbox	No branch	No model
Återladdningskrets	JAP design	Reload 1
Växel drev	Shimano	MF-TZ07
Växel väljare	Shimano	Tourney
Dioder	ON semiconductors	MUR820
Spänningsregulator	National semiconductors	LM2585T-ADJ
Drossel	Pulse engineering	PE-53934SNL
Ingångskapacitans	Philips	220u25V
Glättrings kapacitans	Jamicon	1000u25V

Intervjuer

Intervjuguide för studien:

Frågorna som ställdes:

Har ni elcyklar med elgenererande bromsar/återladdningskrets? Varför/varför inte?

Tillverkar ni era egna elcyklar eller köper ni in? Var ifrån? Vilket märke säljer ni?

Hur många elcyklar säljer ni per år?

Övrig företagsinfo.

Intervjuade bolag**Powabyke Sverige AB**

Box 19006

250 19 Helsingborg

042-15 38 40

EcoRide

Kolonigatan 9 A

413 21 Göteborg

031-722 78 70

Mekit

Frötunagränd 17
194 55 Upplands Väsby
08-754 54 82

Cycleurope Sverige AB

Birger Svenssons Väg 28
432 82 Varberg
0340 860 00

Landskrona Surfshop

Snövits gården 13
261 47 Landskrona
Tel: 0418 141 09

Bil & Fritid AB i Sandviken och Gävle

<http://www.bilofritid.com>

026-252323

Jary

Hökvägen 5 i Växjö
Tel 0470-27235

Emission Free Bikes Sweden HB

Slagsta Gate
Fågelviksvägen 1, nedre entrén
145 53 Norsborg
Telefon butik: 076-16 24 775

Mekab

Bäckagatan 1
573 36 Tranås
Tfn 0140-18100

KopEnScooter.nu

Stockholm
08-728 00 04

Nellborgs Cykel

013 - 14 10 03

CM Cykel & Allservice AB

090 - 17 80 40

Elcykel Elit
070 - 263 69 03

Intersport
021-41 86 50

Bike Masters
040 - 15 39 99

Cykelmekano
0418-103 39

Cityscooter Sweden AB
0771 - 49 70 00

Estögången Fritid AB
08-520 200 60

Jaguarverken
Adress:
Jaguarverken AB
Plutonsvägen 3
852 38 Sundsvall
Telefon: 060 - 66 98 00

Svenska Cykelfabrikant- och Grossistföreningen (FoG)
08 50586593

Sanyo Electric Co
<http://www.sanyo.com>

Specialbikes
Marktplatz 3
4810 Gmunden, Austria
Phone: +43 7612 / 982340

Golden Motors Ltd.
www.goldenmotor.com

E-Powerbike
<http://www.e-powerbike.dk>
08 781 10 00

Posten
020-23 22 21

Cykelbudet i Stockholm AB

Tel. 08 - 695 10 00

Cykelbudet

Tel. 0708 - 23 82 38

Även två intervjuer med personer som köpt elcyklar har genomförts.