



Slutrapport till Skyltfonden

Stabilitet på cykel med och utan ABS

En pilotstudie

Astrid Linder

Ary P Silvano

Gunilla Sörensen

Tommy Pettersson

Förord

Rapporten är framtagen med ekonomiskt bidrag från Trafikverkets skyltfond. Ståndpunkter och slutsatser i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter och slutsatser inom rapportens ämnesområde.

Denna rapport beskriver arbetet i projektet ”Stabilare cykling, en pilotstudie” och är författad av undertecknad tillsammans med Ary P Silvano, Gunilla Sörensen och Tommy Pettersson, samtliga VTI. I projektet har Folksam Research, Anders Kullgren och Matteo Rizzi, och Cycleurope Sverige AB, Claes Alstermark, ingått. Folksam har bidragit med kunskap om stabilitet av två-hjuliga fordon och Cycleurope har arrangerat en workshop samt bidragit med kunskap om cykelkonstruktioner och med de två cyklarna som har använts för provningen i studien.

Göteborg, december 2017

Astrid Linder

Projektledare

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
1. Syfte och bakgrund	8
1.1. Syfte	8
1.2. Bakgrund.....	8
2. Metod och material	9
2.1. Genomgång av litteratur och skadedata	9
2.1.1. Analys av skadedata.....	9
2.1.2. Kartläggning av olyckstyper som innefattar inbromsning.....	9
2.1.3. Studier av stabilitet på cykel	9
2.2. Workshop.....	11
2.2.1. Sammanställning av information och diskussioner.....	11
2.3. Metod	12
2.3.1. Utformning av stabilitetsprov under inbromsning	12
2.3.2. Genomförande av stabilitetsprov med och utan ABS	15
2.4. Publicering och annan informations-spridning	15
3. Resultat från provning med och utan ABS.....	16
3.1. Provningar med målhastighet 17 km/h	16
3.2. Provningar med målhastighet 20 km/h	17
3.3. Sammanställning.....	18
4. Slutsatser och diskussion	19
5. Ekonomisk redovisning	20
Referenser	21

Sammanfattning

Stabilitet på cykel med och utan ABS. En pilotstudie.

Astrid Linder, Ary P Silvano, Gunilla Sörensen och Tommy Pettersson (VTI)

Projektet, som är en pilotstudie, syftade till att undersöka effekten av låsningsfria bromsar, ABS, på cykel. Fråga som projektet syftade till att besvara var om cyklars stabilitet under inbromsning kan förbättras av låsningsfri broms (ABS) på framhjulet. Frågan söks besvaras genom utformning och genomförande av bromsprov av cykel med och utan ABS.

Cykelolyckor är bland de vanligaste orsakerna till trafikskador i Sverige, ofta med svåra skador och medicinsk invaliditet som följd. Närmare hälften av alla svårare trafikskador har uppstått på grund av cykelolyckor. ABS har visats reducera risken för skada för motorcyklister genom ökad stabilitet och därmed minskad risk för omkullkörning i samband med inbromsning. Däremot finns begränsad kunskap om effekten för cyklister.

Två Crescentcyklar med sluten ram (herrcykel) och framhjulsbroms testades: en konventionell, bakhjulsdriven modell med v-broms (fälgbroms) och en bakhjulsdriven modell med el-assistans på framhjulet och navbroms. Med den konventionella cykeln utfördes två typer av tester, med och utan ABS av modellen SABS V1. På el-cykeln med navbroms utfördes tester med och utan simulerad ABS. Vid simulerad ABS justerades bromsverkan så att framhjulet ej låstes, jämfört med full bromsverkan. En Hybrid II krockdocka, 50-percentil man, användes som cyklist i proven som utfördes vid hastigheterna 17 och 20 km/h. Cyklarna bromsades maximalt på framhjulet. Friktionen var ungefär 0,7–0,8.

Resultaten visade att ABS på cykelns framhjul gör att framhjulet inte låses vid full inbromsning och bakhjulet behåller kontakten med underlaget. Både vid prov med v-broms, figur 1b och vid prov med navbroms med full bromsverkan blev bromssträckan cirka 2 meter, men framhjulet låstes vid full broms och bakhjulet lyfte från underlaget. Det innebar att cykeln då endast balanserade på framhjulet. Prov med ABS på v-bromsen, figur 1a, och simulerad ABS på navbromsen resulterade däremot i inbromsning utan låsning av framhjulet. Bromssträckan var i dessa prov cirka 4 meter. Resultaten var liknande för de båda cyklarna.



Figur 1a. Framhjulsbromsning med ABS.



Figur 1b. Framhjulsbromsning utan ABS

Resultaten tyder på att ABS kan förbättra stabiliteten vid inbromsning på cykel. För att fullständigt utvärdera effekten av ABS på cykel krävs dock en betydligt mer omfattande provuppställning och provmatrix än i denna studie. Fler variabler behöver studeras, såsom friktion, typ av däck och broms. Den typ av ABS som provades var inte specifikt utformad för de cyklar som användes i försöken. I framtida studier kan provning av ABS anpassad för aktuell cykelmodell och bromstyp vara av speciellt intresse.

Kontaktperson: Astrid Linder, VTI, Box 8072, 40278 Göteborg. Tel: 031-7502603, E-mail:

astrid.linder@vti.se

1. Syfte och bakgrund

1.1. Syfte

Projektet syftar till att främja säkerhet för cyklister genom en kartläggning av cykelolyckor samt undersökning av hur cyklars stabilitet kan förbättras med utgångspunkt från teknik utformad för mc. Den teknik som kommer att undersökas är system för låsningsfria bromsar, ABS¹, som har visat sig öka stabiliteten vid inbromsning på motorcykel. Motsvarande effekt förväntas kunna föreligga även för cykel. Projektet är en pilotstudie.

Fråga som projektet syftar till att besvara: Hur kan cyklars stabilitet vid inbromsning förbättras?

För att besvara frågan ingår följande delar i projektet:

- genomgång av olycksdata för att svara på frågan ”Hur och var sker cykelolyckor som inbegriper bromsning?”
- utformning och genomförande av stabilitetsprov av cyklar under inbromsning med och utan ABS.

1.2. Bakgrund

Närmare hälften av alla svårare trafikskador som uppstår i Sverige sker till följd av cykelolyckor. Säkerhetsnivån för cyklister utpekade därför som en av vår tids största utmaningar inom trafiksäkerhetsområdet (Amin m. fl., 2015, Darin m. fl., 2014). Skadepreventioner är av största vikt och flera författare redovisar den analys av olika åtgärders potential att minska antalet allvarligt skadade och omkomna cyklister som tagits fram av Trafikverket, Folksam och VTI, där ABS på cykel nämns bland föreslagna åtgärder (Darin m. fl., 2014; Niska och Eriksson, 2013). Bland förslag på åtgärder som är riktade mot cykeln nämner Schyllander och Ekman (2013) låsningsfria framhjul med effektivare bromsning. Även Niska och Eriksson (2013) föreslår att cykeln ska utrustas med ABS. De menar också att den måste stabiliseras i låga farter. Darin (2013) tar upp cykelns instabilitet och känslighet för dålig friktion och lyfter fram ABS samt stabilisering av cykeln som förslag på åtgärder riktade mot fordonet.

ABS har visat sig reducera risken för skada för motorcyklister genom minskad risk för omkullkörning i samband med inbromsning (Rizzi, 2014). ABS på cykel antas också ha en potential att minska antalet allvarligt skadade och omkomna cyklister, men det har funnits få, om ens några studier som visat effekten. Effekten av ABS vid låsning av framhjulet har dock nyligen presenterats av en ABS-leverantör (Weinss m. fl., 2017).

¹ förkortning för Anti-Blockier-System (hämtad från tyskan)

2. Metod och material

2.1. Genomgång av litteratur och skadedata

2.1.1. Analys av skadedata

Statistik för åren 1998–2011 över trafikskadade som har vårdats minst ett dygn på sjukhus visar att sedan år 2008 utgör cyklister den största gruppen (Niska och Eriksson, 2013). De cykelolyckor som dominerar skadefallet är singelolyckor. Åtta av tio allvarligt skadade cyklister har skadats till följd av en singelolycka (Niska och Eriksson, 2013). Analys av olycksdata för cyklister hämtade från Strada sjukvård visar att bromsarna är en bidragande faktor (Niska, Gustafsson, Nyberg och Eriksson, 2013) och författarna drar slutsatsen att det behövs en utveckling av låsningsfria bromsar som ger god bromseffekt utan att cyklisten riskerar att flyga över styret vid en kraftig inbromsning. Analys av 271 dödsfall grundad på information ur Trafikverkets djupstudiedatabas samt ur databasen Strada² visade att för singelolyckor var oväntat stopp en av de faktorer som redovisades som bidragande till olyckan (Ekström och Linder, 2017).

2.1.2. Kartläggning av olyckstyper som innefattar inbromsning.

En olycka kan ofta förklaras av en eller flera orsaker. Enskilda bidragande orsaker till singelolyckorna som skulle kunna knytas till bromsning var framför allt ”tvärstopp på grund av handbroms”, ”hög fart” respektive ”inbromsning” som förekom i vardera 4 procent av fallen, men även ”nedförsbacke” som angavs i 7 procent av fallen. Halka i någon form bidrog i 37 procent av olyckorna. (Niska och Eriksson, 2013).

I intervjuer med ett urval drabbade cyklister framkommer att olyckorna ofta uppstår på grund av en serie händelser, t.ex. att cyklisten har haft hög fart utför backe och av någon anledning behövt bromsa och väja för hinder eller trafikant (Niska m. fl., 2013). Rizzi (2014) som har studerat stabilitet vid inbromsning med motorcyklar tar också upp en händelsekedja som leder till olycka vid inbromsning.

2.1.3. Studier av stabilitet på cykel

Studier genomförda av VTI

På 70-talet uppträdde en tredjedel av alla skador och dödsfall på cykel i Sverige bland barn i åldern 13 år och yngre. Den så kallade rodeo-cykeln med högt styre, små hjul och lång sadel (limpa) var populär bland barn vid den tiden och bidrog till olyckor. Detta ledde till ett antal studier vid VTI under en period av cirka tio år. Stabilitet, manövrerbarhet och bromsprestanda var bland de parametrar som undersöktes. Flera metoder introducerades och i början av 80-talet utvecklades en variabel testcykel. För denna testcykel för barn fanns möjlighet att ställa in 13 olika variabler. Testresultaten visade att cykeldesignen påverkar fordonets stabilitet med anledning av samspelet mellan axelns längd, caster-vinkeln³, avståndet mellan sadeln och styret och avståndet från styret till styrstången.

² Informationssystem för data om skador och olyckor inom hela vägtransportssystemet som bygger på uppgifter från två källor, polisens registreringar av vägtrafikolyckor med personskada och registreringar från alla Sveriges akutsjukhus avseende personer som sökt vård för en skada i vägtrafikmiljö.

³ Vinkeln mellan ett styrt hjuls styraxel och normalen mot vägbanan (lodlinjen). Vinkeln mäts i vertikalplanet längs färdriktningen. Den är positiv om styraxeln lutar uppåt–bakåt. Källa: Nationalencyklopedin, castervinkel. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/castervinkel> (hämtad 2017-11-27).

I början av 80-talet ökade antalet motorcyklar snabbt i Sverige och även olyckorna ökade. Under detta årtionde genomfördes flera motorcykelstudier av VTI och test utvecklades. Vid en inventering av säkerhetsproblemen konstaterades att ökad synbarhet, låsningsfria bromsar eller integrerade fram- och bakbromsar och bättre utbildning var bland de mest lovande motåtgärderna. Dessa åtgärder diskuterades också bland olika intressenter i ett seminarium. En felaktig användning av fram- och bakbromsar antogs ha orsakat många olyckor, stabilitetsstörningar som t.ex. ”wobbling” diskuterades och förbättringar föreslog. Enligt en rapport om hur man lär sig att bromsa effektivt på en motorcykel sägs att det viktigaste är förmågan att bedöma stoppsträckan med hänsyn till vägförhållandet, hastigheten, fordonsegenskaperna och förarens egen kapacitet, inte att uppnå den kortaste bromssträckan. I en litteraturoversikt om motorcyklar och trafiksäkerhet drogs slutsatsen att konventionell förar-utbildning som endast består av körövningar och lektioner saknar positiv påverkan på trafiksäkerheten. Vidare nämns att det inte finns någon relation mellan risk och motorcykelns effekt, massa eller accelerations-resurser. Bland åtgärder nämns att motorcyklister kan påverkas av kampanjer genom att öka deras säkerhetsintresse och intresse att förändra sitt körbeteende på ett positivt sätt, vilket leder till minskad risk.

Under de följande årtiondena utfördes ett flertal friktionsstudier av VTI, antingen relaterade till bildäck eller, om cyklister var inblandade, huvudsakligen inriktad på vägytans friktion. År 2015 rapporterades dock resultat från friktionsmätningar av cykeldäck i VTI:s däckprovningsanläggning. Den använda metoden visade sig vara lämplig och repeterbar vid jämförelse av olika däck. Ett datorprogram användes för att styra mätprocessen och beräkna hastigheter och krafter som broms-friktion och styrfriktion. Kalibreringsutrustning utvecklades också. De testade dubbdäcken hade bättre grepp på is och bättre bromsstabilitet än vanliga cykeldäck. Vid bromsning med låst hjul var friktionskrafterna upp till 2,5 gånger högre med dubbade däck än med de vanliga däcken, och skillnaderna ökade ytterligare när cykeln lutades. I två pågående projekt studeras däckfriktionsegenskaper ytterligare.

Omkullkörningar med cykel har simulerats i VTI:s krocksäkerhetslaboratorium. Syftet var att undersöka hur cykelns utformning och hastighet påverkar skadeutfallet vid en singelolycka samt att se om det är möjligt att studera detta med hjälp av omkullkörningstester. Två olycksscenarier simulerades: ”plötsligt stopp” och ”undanstyrning av framhjul”. Fyra olika typer av cyklar av ingick i testet: cykel med öppen ram (utan stång) och upprätt sittställning, pendlarcykel med slutna ram (med stång) och framåtlutad sittställning, liggcykel samt el-cykel med slutna ram, batteri i ramen och upprätt sittställning. Testerna utfördes i två olika hastigheter: 15 och 25 kilometer i timmen. Dessutom gjordes falltester med stillastående cykel. En krockdocka av modellen Hybrid II 50 percentil vuxen man placerades på cyklarna, med accelerationsmätton i dockans huvud. Metoden fungerade väl för stillastående fallprov med god repeterbarhet. Resultaten från omkullkörningstesterna visade att det går att studera cyklisters singelolyckor med hjälp av den här typen av tester, men att det finns begränsningar i metoden och att den slumpmässiga variationen blir rätt stor. Ett plötsligt stopp leder till en luftfärd över styret med ett kraftigt islag i huvudet medan en undanstyrning av framhjulet leder till ett fall i sidled med något mildare huvudslag som följd. El-cykeln betedde sig annorlunda än de övriga cykeltyperna.

Studier genomförda av Folksam

Folksam har redovisat statistik från cykelolyckor, där 8 av 37 cyklister åkt över styret medan 29 ramlat på sidan. De flesta av dem som åkte över styret slog i huvudet medan de flesta av dem som föll på sidan skadade höften. Av tvärstoppen i inträffade olyckor drabbades inte oväntat de som åkte över styret av huvudslag medan de som ramlade på sidan främst fick höftskador.

2.2. Workshop

Workshops genomfördes inom projektet vid flera tillfällen. Vid dessa medverkade representanter för Folksam, Cycleurope och VTI. Folksam bidrog bland annat med kunskap om sina unika skadedata och erfarenhet av krockprovning, specifikt provning av inverkan av ABS för mc. Cycleurope Sverige AB som har ett stort antal cykelmärken representerade bidrog med kunskap från cykelutformning, cykelstabilitet och utveckling av bromsar. De tillhandahöll dessutom cyklar för provning. VTI bidrog med kunskap om krocksäkerhet, provutformning, olycksanalys, användaraspekter, friktionstestning, bromstestning, däckprovning etc.

2.2.1. Sammanställning av information och diskussioner

Kunskap och kunskapsluckor

VTI har testat dubbdäck till cykel i sin anläggning kallad "Långa banan" och jämfört med vanliga däck. Slipkurvor har tagits fram. Det finns kunskap om hur däcken uppför sig, men kunskapsluckor om vilken påverkan det har för cyklisten. En fråga som kvarstår att besvara är hur farligt det är att hjulet låser sig i olika situationer. De experter som deltog i diskussionen bedömde det vara mest allvarligt om framhjulet låser sig.

Informationen om singelolyckor på cykel är ofta knapphändig, men information om islag och skadetyper kan vara till nytta vid utformning av prov. Av speciellt intresse kan vara att välja ut olyckor där cyklisten gjort inbromsning eller fått plötsligt stopp.

Råd & Rön har testat bromsar på el-assisterade cyklar och i något fall sett att de bromsar för dåligt med en cyklist som väger 90 kg. Testerna är gjorda på laboratorium i Tyskland.

I Sverige finns flera olika typer av tvåhjuliga el-cyklar (cykel med el-assistans) med trampor. De klassificeras olika och har olika regler, se Tabell 1.

Tabell 1. Olika typer av två-hjuliga "cyklar" med trampor och el-assistans.

Olika typer av två-hjuliga "cyklar" med el-assistans							
Fordonsklass	Assistanshastighet	Effekt	Max.hast. för assistans	Max.hast	Hjälmkrav förare	Förarkrav	Övriga krav
Cykel	5–25 km/h ⁴	≤ 250 W	25 km/h	---	cykelhjälm om yngre än 15 år:	---	Får köras på cykelbana
Moped Klass II	0–25 km/h	≤ 1 kW	25 km/h	25 km/h	cykelhjälm	≥15 år, förarbevis, traktorkort eller körkort ⁵	Trafikförsäkring Hast.mätare Får köras på vissa cykelbanor
Moped Klass I	0–45 km/h	≤ 4 kW	45 km/h	45 km/h	mopedhjälm	≥15 år, AM-kort eller körkort	Trafikförsäkring Reg.skylt Hast.mätare Får inte köras på cykelbana

⁴ Elmotorn kopplas in när trycket på tramporna ökar.

⁵ Om föraren har fyllt 15 år före den 1 oktober 2009 krävs ingen särskild behörighet.

Den genomsnittliga hastigheten på cyklister är av intresse. En uppskattning var att den ligger på ca 17 km/h, men att det är mycket platsberoende och kan därför vara upp till 15 km/h högre. En studie har utförts i syfte att få ökad kunskap om cyklisters hastigheter på gång- och cykelvägar och förståelse för hur cyklisterna anpassar hastigheten till omgivande trafikanter och trafikmiljö. Data visar att cyklisternas medelhastighet på sträcka varierar mellan 15 och 25 km/h (Eriksson m. fl., 2017). Som väntat förekommer de lägre medelhastigheterna i uppförsbacke, vid närhet till korsning och vid stort fotgängarflöde medan de högre framför allt märks i nedförsbacke och på pendlingsstråk. Studien kan inte påvisa någon generell ökning av cyklisternas hastighet i ett längre tidsperspektiv, vare sig i medelhastighet eller andel cyklister som håller högre fart än 30 km/h. Däremot har cykelflödet ökat på många platser. Det innebär att *antalet* cyklister som håller en hög hastighet, exempelvis över 30 km/h, ökar, även om inte andelen med hög hastighet ökar. Komfortcykeln var den vanligast förekommande typen av cykel, följt av trekkingcykel. El-cykel och racercykel förekom på alla platser, men i varierande omfattning från 1 till 10 procent för el-cykel och från 1 till 15 procent för racercykel. Sambandet mellan typen av cykel och hastighetsanspråk är enligt författarna inte helt entydigt, men stöder påståendet att cyklister på el-cykel och racercykel har högre hastighetsanspråk.

2.3. Metod

En cykel av traditionell modell testades i två typer av tester, med och utan ABS. Även en el-cykel testades i två typer av tester, med respektive utan simulerad ABS. Simulerad ABS åstadkoms genom att navbromsens bromsverkan justerades så att framhjulet inte låstes, jämfört med full bromsverkan.

En krockdocka användes som cyklist i proven. Proven utfördes vid hastigheterna 17 och 20 km/h. Cyklarna bromsades maximalt på framhjulet. Proven kördes på golvet i krockhallen. Friktionen var ungefär 0,7–0,8. Friktion på bra vägar är ungefär 0,9–0,95.

2.3.1. Utformning av stabilitetsprov under inbromsning

Cyklist

Som substitut för cyklist användes en krockdocka av modell Hybrid II, 50-percentil, man (HII-50M).

Cyklar

Två stycken olika cyklar av märket Crescent, med sluten ram (s. k. herrcyklar), levererades från Cycleurope i Varberg. Den ena var en konventionell, bakhjulsdriven modell med v-broms (följbroms) på framhjulet, den andra var också bakhjulsdriven men med el-assistans på framhjulet, batteriet placerat ovanför bakhjulet och navbroms placerad i framhjulet.

ABS

ABS köptes in från ett företag i Kanada, King Industries Inc., och var av modellen SABS⁶ V1. Detta var den enda tillgängliga modell som företaget hade i lager.

Simulerad ABS

Eftersom el-cykeln var utrustad med navbroms kunde inköpt ABS inte användas till den cykeln. Istället simulerades ABS genom att navbromsens bromsverkan minskades så att framhjulet ej låstes. Körningar utan simulerad ABS hade däremot full bromsverkan på navbromsen.

⁶ Safe Anti-Locking Braking System)

Tekniska utmaningar

Den ena cykeln levererades från Cycleurope med vanlig v-broms. Separat ABS köptes in från ett annat företag. Den modell som köptes krävde en tillgänglig frigång mellan gaffelben och fälg sida på cirka 25 mm. På den gaffel som är originalmonterad på Crescentcykeln finns inte den frigången tillgänglig. Efter kontakt med Cycleurope i Varberg modifierades där en framgaffel (av typ "MTB") för att bättre passa i befintlig ram och levererades till VTI. Den modifierade framgaffeln behövde justeras ytterligare för att passa i ramen. Gängan för kronmuttern var för grunt slagen (för stor ytterdiameter på gängan), gängan var placerad ca 20 mm "fel" i höjd och innerdiametern på röret var för liten så att stolpen till styret inte gick att montera. Vid VTI:s verkstad tillverkades därför en helt ny kronmutter där både gängans diameter och läge anpassades för att passa levererad framgaffel. Vidare slipades innerdiametern upp så att styrstolpe kunde monteras. Det gick dock inte att slipa upp innerdiametern tillräckligt djupt, vilket resulterade i att styret blev en aning för högt monterat. Under provningarna beslutades därför att använda odämpad framgaffel. "MTB"-gaffeln är dämpad med justeringsmöjlighet av dämpningen, men trots att justeringen ställdes i läge "lock" kvarstod en viss dämpning. Därför tillverkades anordningar som möjliggjorde "steloperation" av framgaffel (helt stum).

Tekniska uppgifter Crescent Castor (konventionell cykel med sluten ram)



Cykeln inställd för att passa Tommy Pettersson⁷, därefter är sadelstolpen sänkt 50 mm för att bättre passa krockdockan.

Vikt (inkl. utrustning för provning): 20,1 kg

Ram och framgaffel: Aluminium

Höjd från golv till centrum på handtag: 1 150 mm

Lutning på sadel: 4,7° (högst i framkant)

Avstånd framkant sadel/centrum på styrstolpe: 458 mm

Lutning på styrhuvud: 68°

Vinkel styrstolpe/mellanstycke till styre (är graderad på cykel): 26°

Ringtryck fram/bak: 3,0 bar/3,0 bar

⁷ Enklare att ställa in en cykel med levande person. Tommy P är måttmässigt ganska lik den krockdocka som användes i provningarna, men av provningstekniska skäl (för att få en bra ansättning av dockans fotblad på pedalerna) har sadelstolpen sänkts 50 millimeter.

Tekniska uppgifter Crescent ELwin (el-assisterad cykel med sluten ram)



Cykeln inställd för att passa Tommy Pettersson⁸, därefter är sadelstolpen sänkt 50 millimeter för att bättre passa krockdockan.

Vikt (inkl. utrustning för provning): 26,1 kg

Ram och framgaffel: Aluminium

Höjd från golv till centrum på handtag: 1 030 mm

Lutning på sadel: 4,8° (högst i framkant)

Avstånd framkant sadel/centrum på styrstolpe: 460 mm

Lutning på styrhuvud: 72°

Vinkel styrstolpe/mellanstycke till styre (är graderad på cykel): 0°

Ringtryck fram/bak: 3,0 bar/3,0 bar

Tekniska uppgifter rigg

En rigg bestående av en vagn som löper på räl har använts. Vagnen är försedd med ”utriggerare” i plywood, förstärkt med aluminiumram. Ytterst är riggen försedd med en ränna (hållare) i aluminium för att placera cyklarna i. Riggen är även försedd med två stödhjul för att erhålla rätt höjd, rätt lutning samt rätt vinkel. Under riggens framdrivningsfas löper rännan några centimeter över golvet. När riggen bringas till ett kraftigt stopp är stödhjulen så justerade att rännan i princip ligger an mot golvet när cykeln lämnar riggen. Detta arrangemang har syftet att cyklarna ska rulla ut på golvet med minimal nivåskillnad. Riggen är även försedd med ett stöd som håller dockan i position under riggens framdrivningsfas.

Avstånd plywood till golv: 193 mm fram, 145 mm bak

Ringtryck för stödhjul vid samtliga provningar: 0,6 bar fram, 0,25 bar bak.

Tekniska uppgifter bromsansättning

Tryckkärl fästes på undersida stång. På tryckkärlet var en elmanövrerad ventil (normaltillstånd öppen) monterad samt en påfyllnadsventil. Cykelns originalhandbroms var monterad på ramrör som gick från vevpartiet till styrkronan. Tryckluftscylindern var i ena änden fäst i ramrör som gick från vevparti till sadel (viss rörlighet i infästningspunkten). I andra änden var den fäst i bromshandtaget via ett länk-

⁸ Se föregående fotnot.

lager. Batteri för att manövrera ventilen var monterat på riggen. Batteriet var anslutet till fast monterade banankontakter (hon-del) på riggen. På kabel från ventil var banankontakter (handel) monterade. Kabelns längd var så anpassad att när framhjulet lämnade riggen med cirka 200 millimeter rycktes kontaktorna ur och ventilen försåg därvid cylindern med luft, varvid bromshandtaget manövrerades och bromsen ansattes. Fyllnadstryck av tryckkärl vid provning var 8 bar.

Ytterligare beskrivningar av detaljer av testlabb och testutrustning finns i Niska och Wenäll (2017) som redovisar liknande prov. I de proven studerades effekterna av fullt stopp utan inverkan av bromsning.

2.3.2. Genomförande av stabilitetsprov med och utan ABS

Provningar utfördes i två mål hastigheter, 17 respektive 19 km/h. Totalt utfördes fjorton provningar, inklusive två förprovningar.

Förprovningarna utfördes med den vanliga cykeln och uppmätt hastighet blev 17,3–17,6 km/h. Syftet var att justera hur cykeln skulle installeras i rigg, hastighetsinkörning, filmning med mera. Därefter gjordes fyra provningar med ABS och två provningar med standardbroms med samma cykel i uppmätt hastighet 17,2–17,3 km/h samt en provning vardera med ABS respektive med standardbroms i uppmätt hastighet 19,7 km/h.

Den el-assisterade cykeln med navbroms testades tre gånger i uppmätt hastighet 17,3 km/h, varav en gång med och de övriga gångerna utan simulerad ABS. Vidare testades den en gång i uppmätt hastighet 19,7 km/h, utan simulerad ABS.

Förutom mätning av hastighet, gjordes också uppskattning av bromssträcka samt noterades hur krockdockan rörde sig och hur cykeln uppförde sig, vilket beskrivs i kapitel 3. Förloppen filmades.

Under de inledande provningarna med den vanliga cykeln noterades ingrepp av ABS där hjulet låste i korta sekvenser (liknande funktionen på de äldsta ABS för bil). Detta upphörde efter tre provningar, samtidigt verkade bromssträckan öka något. Efter den femte provningen (nr 3 2017-08-15) undersöktes därför bromsarna. Därvid noterades att fälgkanten hade fått en viss beläggning från bromsbelägg och en ”förslitning” på bromsbelägg kunde noteras, vilket åtgärdades genom rengöring av fälgsidor med aceton. En testkörning gjordes därefter, varvid liknande resultat noterades. Frågeställningen blev då om systemet i själva verket ska fungera utan dessa korta, återkommande, hjullåsningar och att det för detta exemplar krävdes en viss ”in slitning” av systemet för att hjullåsningen skulle upphöra. Eftersom det fanns ytterligare en ABS av samma modell valde vi byta exemplar. Med det nya exemplaret förekom inga korta sekvenser med hjullåsning och bromssträckan minskade åter. Den slutsats som drogs var att den korrekta funktionen för ABS av modellen SABS V1 är att den ska fungera utan hjullåsningar. Fortsättningsvis användes därför det exemplar som hade uppvisat sådana egenskaper från första början.

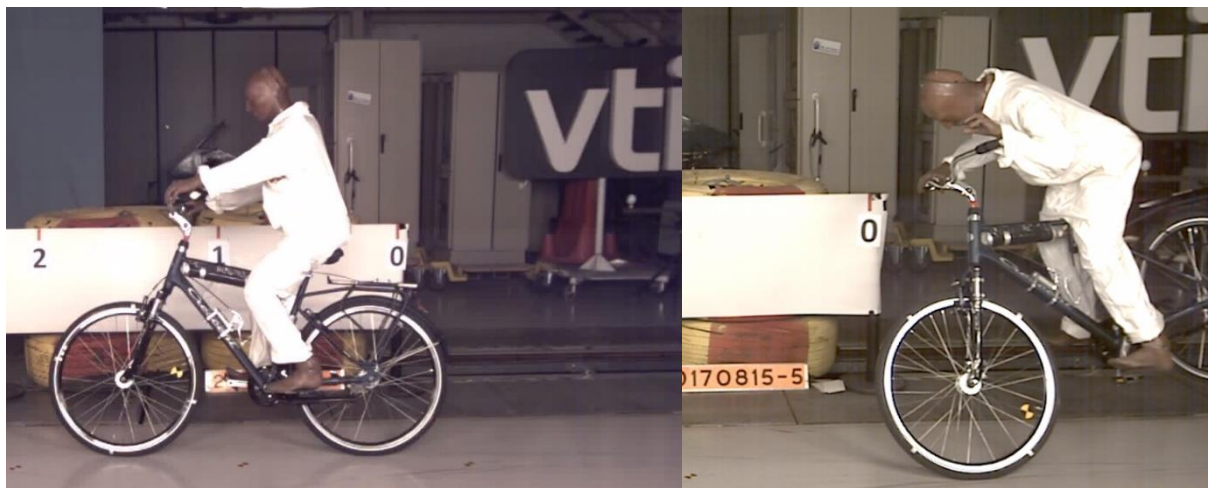
Vid provning med el-cykeln användes simulerad ABS. Vid efterföljande provningar användes standardbromsinställning (liknade injusteringen vid provningarna med Crescent Castor). Dessa prov gjordes således utan simulerad ABS.

2.4. Publicering och annan informationsspridning

En presentation av litteraturgenomgången och provningen hölls på Transportforum 2018. Vidare kommer en artikel att författas under 2018 för internationell publicering.

3. Resultat från provning med och utan ABS

Resultaten visade att ABS på cykelns framhjul gör att framhjulet inte låses vid full inbromsning och bakhjulet behåller kontakten med underlaget. Vid prov utan ABS (figur 3.1b) såväl som vid prov utan simulerad ABS låstes framhjulet vid full broms och bakhjulet lyfte från underlaget. Det innebär att cykeln då endast balanserade på framhjulet. Bromssträckan blev cirka 2 meter. Prov med ABS, figur 3.1a, såväl som prov med simulerad ABS resulterade i inbromsning utan låsning av framhjulet. Bromssträckan var i dessa prov cirka 4 meter. Resultaten var alltså likartade för de båda cyklarna. Resultaten från alla proven beskrivs nedan och är sammanfattade i Tabell 2.



Figur 3.1a. Framhjulsbromsning med ABS.

Figur 3.1b. Framhjulsbromsning utan ABS.

3.1. Provningar med målhastighet 17 km/h

Förprovning nr 1, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, hastighet 17,64 km/h

Tydlig ABS-verkan av typen "gammal bil-ABS", där däckets bringas till låsning, därefter "släpper" bromsen, vilket upprepas). På golvet finns tydliga bromsspår, cirka 20 cm långa, med lucka på ca 20 cm mellan varje bromsspår. Cykelns bromssträcka är cirka 4 meter. Bakhjulet behåller kontakt med underlaget.

Förprovning nr 2, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, 17,34 km/h

Resultatet i stort sett överensstämmande med förprovning nr 1.

Provning nr 1, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, hastighet 17,24 km/h

Resultatet liknar förprovningarna. Cykeln får en något rakare framfart, jämfört med förprovningarna. Bromssträcka något under 4 meter. Bakhjulet behåller kontakt med underlaget. Mycket tydligt ingrepp av ABS med hjullåsning i korta sekvenser tills cykeln står stilla och ekipaget välter.

Provning nr 2, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, hastighet 17,35 km/h

Försök till upprepning av föregående provning. Cykeln går något mer åt höger. Nu har låsningssekvenser av framhjulet upphört. Dock finns ABS-verkan, i och med att hjulet i princip aldrig låser

under inbromsning. Bromssträckan är cirka 4,7 meter, vilket är längre än under föregående provningar. Bakhjulet behåller kontakt med underlaget.

Provning nr 3, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, hastighet 17,26 km/h

Bromssträckan är ca 4,65 m, hela resultatet är ganska lika föregående provning. Bakhjulet behåller kontakt med underlaget.

Notering 2017-08-15 Bromssträckan tenderar att bli längre vid upprepad provning med detta exemplar av ABS och de uppenbara korta sekvenserna med hjullåsning upphör efter tre provningar. Därför undersöks bromsarna. Noteras att fälgkanten har fått en viss beläggning från bromsbelägg och att man kan se ”förslitning” på bromsbelägg.

Åtgärd 1: rengöring av fälgsidor med aceton och upprepning av provet.

Resultat: Inga korta sekvenser med hjullåsning förekommer.

Frågeställning: var de korta hjullåsningarna i själva verket ett ”inlättningsproblem”?

Åtgärd 2: montering av nytt exemplar av samma typ av ABS.

Provning nr 4, 2017-08-15, Crescent Castor med ABS, hastighet 17,23 km/h

Resultatet med ny ABS blev att bromssträckan förkortades till att återigen bli cirka 4 meter, men utan korta sekvenser med hjullåsning. Bakhjulet behöll kontakt med underlaget.

Provning nr 5, 2017-08-15, Crescent Castor med standardbroms, hastighet 17,27 km/h

Hjullåsning inträffade omedelbart och bakhjulet lyfte mer än 3 decimeter från golvet. Bromssträckan var cirka 2 meter och cykeln stannade helt innan ekipaget gick omkull.

Provning nr 6, 2017-08-15, Crescent Castor med standardbroms, hastighet 17,27 km/h

Resultatet blev i princip detsamma som i provning nr 5, med undantaget att bromssträckan blev något längre, cirka 2,15 meter och att bakhjulet lyfte något lägre.

Provning nr 7, 2017-08-15, Crescent ELwin (el-assisterad), simulerad ABS, hastighet 17,26 km/h

Resultatet blev ca 3,5 meters bromssträcka och att hjulet ej låser. Bakhjulet behåller kontakt med golvet.

Provning nr 8, 2017-08-16, Crescent ELwin (el-assisterad), standardbroms, hastighet 17,26 km/h

Resultatet blev knappt 2 meters bromssträcka och framhjulslysning. Bakhjulet lyfte mer än 5 decimeter från underlaget.

Provning nr 9, 2017-08-16, Crescent ELwin (el-assisterad), standardbroms, hastighet 17,28 km/h

Återupprepning av föregående provning. Resultaten blev mycket lika föregående provning, vad det gäller bromssträcka, hjullåsning och bakhjulslyft.

3.2. Provningar med målhastighet 20 km/h

Provning nr 10, 2017-08-16, Crescent ELwin, standardbroms, hastighet 19,72 km/h

Resultatet blev cirka 2 meters bromssträcka och att hjulet låstes i slutet av bromsförloppet, varvid cykeln och dockan slår över.

Provning nr 11, 2017-08-16, Crescent Castor med standardbroms, 19,67 km/h

Resultatet blev att hjulet låser tämligen omgående med en bromssträcka på ca 4,5 m. Cykel och docka hade förmodligen slagit över (på samma sätt som i föregående provning) om cykeln hade gått helt rakt men nu lutar cykeln ganska tidigt i förloppet och välter sedan. (skylt för provningsid ej är bytt på film, står felaktigt 2017-08-16-3).

Provning nr 12, 2017-08-16, Crescent Castor med ABS, 19,69 km/h

Resultatet är att ingen hjullåsning inträffar och bromssträckan är ca 6 m, bakhjulet behåller kontakten med underlaget.

3.3. Sammanställning.

Sammanfattning av provresultaten redovisas nedan i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av resultaten från proven med full broms på framhjulet med och utan ABS för vanlig cykel och vid bromsning med respektive utan simulerad ABS på el-cykel. Hastighet vid inbromsning cirka 17 och 20 km/h.

Test Nr	Cykeltyp (vanlig/elcykel)	Bromstyp (ABS/ej ABS)	Mål-hastighet (km/h)	Medel hastighet (km/h)	Broms-sträcka fullt stopp (m)	Båda hjul i marken under hela bromsförloppet (Ja/Nej)	Fram-hjulen låstes (Ja/Nej)	Bakhjulet lyfts upp (Ja/Nej)
Förprov 1	vanligt cykel	ABS	17	17,64	~4,0	Ja	Ja	Nej
Förprov 2	vanligt cykel	ABS	17	17,34	~4,0	Ja	delvis	Nej
1	vanligt cykel	ABS	17	17,24	~3,9	Ja	delvis	Nej
2	vanligt cykel	ABS	17	17,35	~4,5	Ja	Nej	Nej
3	vanligt cykel	ABS	17	17,26	~4,5	Ja	Nej	Nej
ÅTGÄRD		ny ABS						
4	vanligt cykel	ABS	17	17,23	~4,0	Ja	Nej	Nej
5	vanligt cykel	ej ABS	17	17,27	~2,2	Nej	Ja	Ja (>30 cm)
6	vanligt cykel	ej ABS	17	17,27	~2,2	Nej	Ja	Ja (>20 cm)
7	elcykel	simulerad ABS	17	17,26	~3,5	Ja	Nej	Nej
8	elcykel	ej simul. ABS	17	17,26	~2,0	Nej	Ja	Ja (>50 cm)
9	elcykel	ej simul. ABS	17	17,28	~2,1	Nej	Ja	Ja (>50 cm)
10	elcykel	ej simul. ABS	19	19,72	~2,5	Nej	Ja	Ja (cykeln välte)
11	vanligt cykel	ej ABS	19	19,67	~3,0	Nej	Ja	Ja (>50 cm)
12	vanligt cykel	ABS	19	19,69	~6	Ja	Nej	Nej

4. Slutsatser och diskussion

Olycksanalysen visar att vissa cykelolyckor har uppstått i samband med inbromsning och att cyklisters skador blir allvarligare när cyklisten slungas över styret än när cykeln och cyklisten välter åt sidan. Tidigare dragna slutsatser har bland andra varit att ABS på cykel skulle kunna tänkas leda till färre eller lindrigare olyckor samt till bättre stabilitet för cyklisten.

Resultaten av pilotstudien tyder också på att ABS kan förbättra stabiliteten vid inbromsning på cykel. Studien visade att ABS på cykelns framhjul gör att framhjulet inte låses vid full inbromsning och bakhjulet behåller kontakten med underlaget. Vid prov utan ABS, låstes däremot framhjulet vid fullt bromspåslag, och bakhjulet lyfte från underlaget. Det innebär att cykeln då endast balanserade på framhjulet och i ett fall slungades provdockan framåt över styret. Prov med ABS på v-bromsen och prov med simulerad ABS (med justerad bromsverkan på navbromsen) resulterade däremot i inbromsning utan låsning av framhjulet. Bakhjulet bibehöll kontakten med underlaget, inbromsningen blev mjukare och provdockan välte åt sidan. Utan ABS respektive utan simulerad ABS blev bromssträckan cirka 2 meter vid målhastighet 17 km/h och framhjulet låste. Både med ABS och med simulerad ABS blev bromssträckan cirka 4 meter utan att framhjulet låste. Resultaten var liknande för de båda cyklarna.

För att fullständigt utvärdera effekten av ABS på cykel behövs provning med en betydligt mer omfattande provuppställning och provmatris där fler variabler ingår, såsom friktion och typ av däck, cykel och broms. Det är tänkbart att effekten av sådan inbromsning som har testats här påverkas av t.ex. cykeltyp och cyklistens sittposition. På en s.k. racercykel är exempelvis sittpositionen mer framåtlutad än den sittposition som har testats i denna studie, med en annan tyngdpunkt för cyklisten.

Den ABS som provades var inte utformad och anpassad för den specifika cykelmodell som användes i testerna. Det är tänkbart att en ABS speciellt utformad för en viss cykelmodell och bromstyp ger kortare bromssträcka än vad som har kunnat påvisas här. Sådana kombinationer är av intresse att studera, men det har inte varit möjligt inom ramen för denna pilotstudie.

5. Ekonomisk redovisning

En ekonomisk redovisning över projektets kostnader specificerade utifrån projektbeskrivningens budget levereras separat.

Referenser

- Amin, K., Bengtsson, K., Berg, H.-Y., Forsman, Å., Larsson, P., Lindholm, M., Sternlund, S., Strandroth, J. och Vadeby, A. (2015). Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 2014. Målstyrning av trafiksäkerhetsarbetet mot etappmålen 2020. Trafikverket. Publikationsnummer: 2015:073. Borlänge.
- Darin, L. (2013). Hur gör vi nu då för att säkra cykeltrafiken? Trafikverket. Presentation, Tylösandsseminariet 2013, MHF. Internet 2015-02-22 kl. 15:00.
http://www.mhf.se/client/files//content/projekt_vi_driver/Tylosandseminariet/2013/tis0950_LarsDarin.pdf
- Darin, L. m. fl. (2014). Säkrare cykling–Gemensam strategi för år 2014–2020, version 1.0. Trafikverket. Publikation 2014:030. Borlänge.
- Ekström, C. och Linder, A. (2017). Fatally injured cyclists in Sweden 2005–2015. Analysis of accident circumstances, injuries and suggestions for safety improvements. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI notat 5A-2017. Linköping.
- Eriksson, J., Niska, A., Sörensen, G., Gustafsson, S. och Forsman Å. (2017) Cyklisters hastigheter – kartläggning, mätningar och observation. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI rapport 943. Linköping.
- Göteborgs Stad (2013). Analys av Cykel-singelolyckor. Enkätstudie och analys av resultaten. Göteborgs Stad, Trafikkontoret, Rapport 2:2013. Göteborg.
http://www2.trafikkontoret.goteborg.se/resourcelibrary/Rapport_cykelsingel_140130.pdf
- King Industries, Internet 2017-11-27.
http://www.kingindustries.ca/Admin/Documents/documents/PDF/2012%20Installation_ENG.pdf.
- Niska, A. och Eriksson, J. (2013). Statistik över cyklisters olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI rapport 801. Linköping.
- Niska, A. och Wenäll, J. (2017). Cykelfaktorer som påverkar huvudskador. Simulerade omkullkörningar med cykel i VTI:s krocksäkerhetslaboratorium. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI rapport 931. Linköping.
- Niska, A., Gustafsson, S., Nyberg, J. och Eriksson, J. (2013). Cyklisters singelolyckor. Analys av olycks- och skadedata samt djupintervjuer. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI rapport 779. Linköping.
- Rizzi, M. (2014) Health Losses in Motorcycle Crashes: Injury Analysis of Crashes into Road Barriers and Evaluation of Antilock Braking Systems, THESIS FOR LICENTIATE OF ENGINEERING no 2014:14, Chalmers University of Technology, ISSN 1652-8565.
- Schyllander, J. och Ekman, R. (2013). Skadade cyklister – en studie av skadeutvecklingen över tid. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Publikationsnummer MSB579. Karlstad.
- Weinss, A., Dauer, F., Maier, O., Widmaier och O. (2017). Bicycle Dynamics during Critical Braking Manoeuvre on Road Surfaces with High Friction, 6th Annual International Cycling Safety Conference, Davis, California, USA.