



Středoškolská technika 2013

**Setkání a prezentace prací středoškolských
studentů na ČVUT**

JÍZDNÍ KOLA NA ELEKTRICKÝ POHON

-

ELEKTROKOLA

Tomáš Školař

Střední škola technická, Kouřilkova 8, Přerov

Přerov 2013

Poděkování.

Děkuji panu Ing. Vladimíru Greplovi a firmě Jankusport za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytovali.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury, kterou jsem uvedl v příloženém seznamu a postup zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121 / 2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Přerově dne:

Handwritten signature in black ink, appearing to read "Školář".

Anotace:

V tomto projektu vás seznámím s jízdními koly na elektrický pohon – elektrokoly. Budu se zabývat jejich historií, motory, řídicí jednotkou, bateriemi, ovládáním. Uvedu pár výrobců, dále typologií elektrokol, využití, Evropské normy pro elektrokola. A současné trendy ve stavbě elektrokol a další zajímavosti.

Annotation:

In this project, we introduce a bicycle to electric cars - electric. i will deal with their history, motors, control unit, batteries, control. Let me give you a couple of manufacturers, as well as the typology of electric bikes, recovery, European standard for electric bikes. A current trends in the construction of electric bikes and more.

OBSAH:

1	ÚVOD	6
1.1	Co to elektrokolo je?	6
2	HISTORIE	7
2.1	Pedelec a E-bike.....	8
3	MOTORY	9
3.1	Centrální elektromotory.....	9
3.2	Nábojové elektromotory	9
4	BATERIE, ČLÁNKY A JEJICH ZAPOJENÍ	11
4.1	Kapacita a související parametry.....	13
4.2	Dobíjecí stojany a stanice	14
5	TYPOLOGIE ELEKTROKOL	14
5.1	Městská elektrokola	14
5.2	Skládací elektrokola	15
5.3	Sportovní elektrokola.....	15
5.4	Trekkingová elektrokola	15
5.5	Horská elektrokola.....	15
6	VÝROBCI	16
6.1	Čeští výrobci elektokol	16
7	EVROPSKÉ NORMY PRO ELEKTROKOLA	17
8	DOPAD ELEKTROKOL NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	18
9	BEZPEČNOST	18
10	ZAJÍMAVOSTI	19
11	ZÁVĚR	19

1 ÚVOD

Vybral jsem si téma této práce na základě neustálého vývoje jízdních kol a technologií s nimi spojených. Téma elektrokol, ale i normálních kol, mě velice zajímá.

1.1 Co to elektrokolo je?

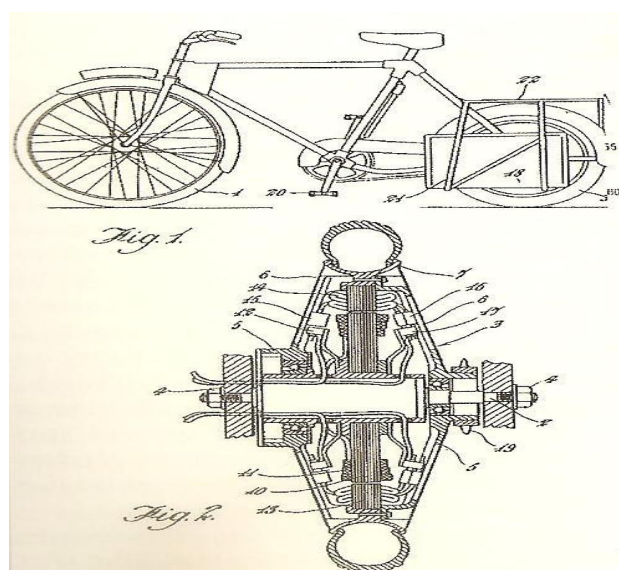
Je to v podstatě jízdní kolo doplněné o elektrický pohon. Elektrokolo je ve městě nejrychlejší a na provoz nejlevnější dopravní prostředek. Elektrické kolo se liší například od elektroskútru nebo elektrokoloběžky tím, je třeba na něm stále šlapat, nicméně podpora elektropohonu je díky výkonné baterii více než dostatečná pro jakkoli strmý kopec.



Obrázek 1 Elektrokolo

2 HISTORIE

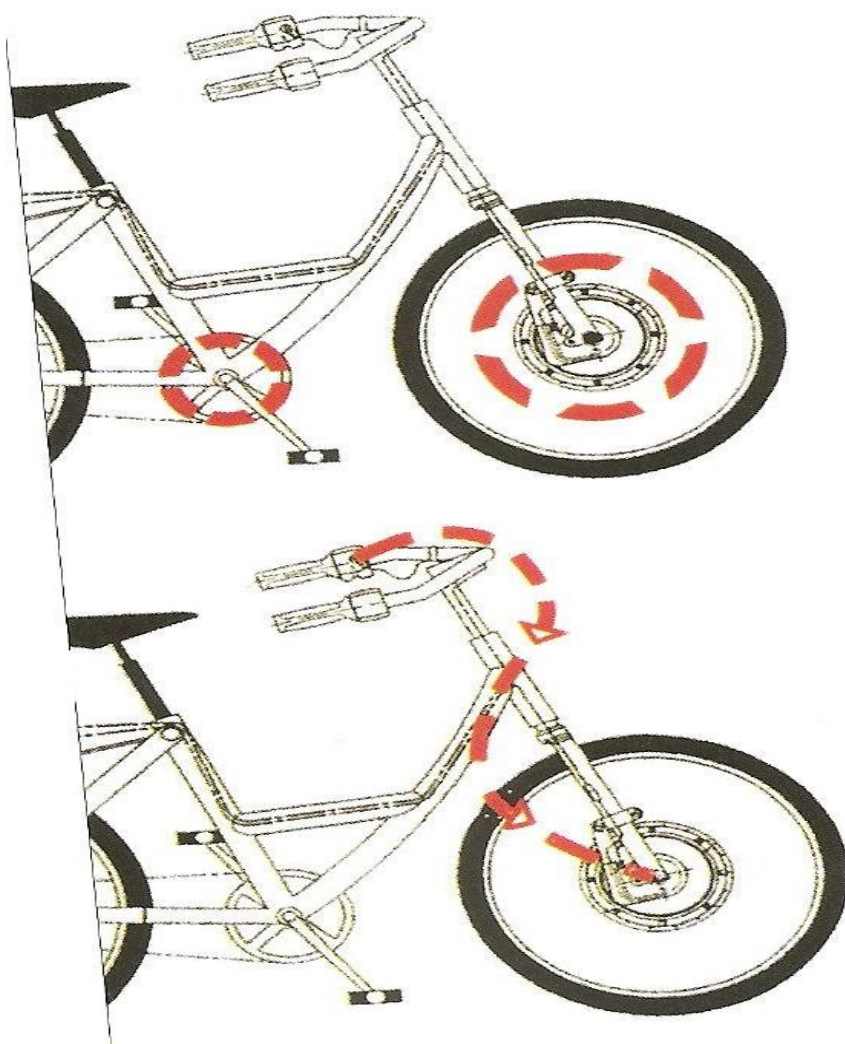
Myšlenka na vybavení jízdního kola elektropohonem je stará více než sto let. Jedním z prvních konstruktérů elektrokola byl jistý Hosea W. Libbey z amerického Bostonu, který si nechal patentovat kolo poháněné elektromotorem umístěným nad středovou osou s klikami. O pár desítek let později, v období mezi dvěma světovými válkami, přibývalo vážnějších pokusů o sestrojení elektrokola. V tomto období se dostal do sériové výroby asi jen jeden typ elektrokola. Bylo to elektrokolo EMI/Philips z roku 1932 s motorem EMI, což byla dceřiná společnost koncernu Philips. Dnes jsou u elektrokol velmi rozšířené nábojové elektromotory zabudované do náboje předního nebo zadního kola. Na počátku tohoto tendru stál patent, který v roce 1945 podal v Londýně James E. Nash. Opravdový rozvoj zaznamenávají elektrokola až s ovládnutím točivého momentu elektromotorů, který byl objeven koncem 90. let 20. století. První komerční elektrická kola se na trhu objevila v roce 1992 a již v roce 1998 je na trhu 49 různých typů elektrokol a jejich produkce roste rychlostí 8% ročně. Lze to nazvat obrozením elektrických kol, které se zrychluje se stále výkonnějšími a lehčími bateriemi.



Obrázek 2 Návrh elektrokola podle Jamese E. Nashe

2.1 Pedelec a E-bike

Všechna elektrokola lze obecně rozdělit do dvou skupin lišících se způsobem aktivace elektropohonu. Ta může být odvozena od šlapání do pedálů (pedelec), kdy se při přerušení šlapání stává elektromotor nefunkčním. Anebo je aktivace elektropohonu nezávislá na šlapání (E-bike) a motor je ovládán z řídítek, obvykle otočnou rukojetí nebo jiným ovládacím spouštěčem (páčka nebo tlačítko). V případě E-bike se obvykle šlapání na pohonu kola příliš nepodílí a je víceméně nouzovým řešením (podobně jako u mopedů s benzínovým spalovacím motorem).



Obrázek 3 Znárodnění dvou systémů ovládnání, nahoře pedelec a dole e-bike

3 MOTORY

Standardem jsou stejnosměrné třífázové synchronní elektromotory s napětím 24 V nebo 36 V, které lze rozdělit na motory do jmenovitého výkonu 250 W. Nejvýraznější je však jejich rozdělení podle umístění na elektrokole, které může být dvojí:

- **Centrální** - s motorem navazujícím na středovou osu šlapání. Zvláštním druhem je zástavba elektromotoru do rámové trubky (dolní nebo sedlové), přiléhající k středové spojce rámu
- **Nábojové** - s motorem zabudovaným do náboje předního nebo zadního kola elektrokola

3.1 Centrální elektromotory

Předností centrálně uložených elektromotorů zůstává možnost jejich uspořádání do jednoho kompaktního celku s baterií. Jsou to elektromotory umístěné v blízkosti středové osy šlapání, podílející se na pohonu elektrokola prostřednictvím řetězu. Téměř vždy tvoří spolu s baterií kompaktní pohonnou jednotku.

3.2 Nábojové elektromotory

Na rozdíl od centrálních jsou nábojové elektromotory od baterie odděleny. O rozšíření nábojových motorů elektrokol, ať již umístěných v náboji předního či zadního kola, se nejvíce zasloužili jejich dva největší světoví výrobci. V Asii to byla japonská firma Sanyo a v Evropě německý Heinzmann. Nábojové elektromotory Heinzmann se dodávaly v několika provedeních. Jednak integrovaně do předního nebo zadního náboje, jednak s ovládáním výkonu senzorem (pedelec) nebo s řízením výkonu motoru otočnou rukojetí (E-bike). Všechny tyto motory byly značně univerzální, vhodné k montáži na širokou paletu byciklů. Stejnosměrné elektromotory montované do nábojů kol měly dvojí výkon - 270 W nebo 400 W, různé napětí od 24 V do 36 V a otáčky rotoru dosahovaly hodnoty 4000 ot. /min.



Obrázek 4 Centrální elektromotory



Obrázek 5 Nábojové elektromotory



Obrázek 6 Aktivace elektropohonu

4 BATERIE, ČLÁNKY A JEJICH ZAPOJENÍ

Baterie jako akumulátory energie k napájení motoru elektrokola jsou sestaveny z většího počtu elektrochemických článků, tzv. paketu, u nichž probíhá elektrolytická polarizace mezi kladnou a zápornou elektrodou. Je to vratný proces. Při nabíjení se elektrody akumulátoru polarizují a při vybíjení se vrací do původního stavu. Při sestavování článků se postupuje tak, že se nejprve zapojí články do série a pak se řady spojí na koncích paralelně.

Podle materiálu rozlišujeme baterie elektrokol:

- **Olověné (Pb)** - též LA (Lead Acid), patří již minulosti, nahradily je gelové baterie, které nelze vylévat, a nevyžadují žádnou údržbu.
- **Niklkadmiové (NiCd)** - v první fázi nahrazovaly zastaralé olověné baterie, které předčily zejména nižší hmotností a menší zátěží životního prostředí, i když kadmium se řadí mezi jedovaté a těžké kovy. Tyto baterie mají dobré vyhlídky do budoucna, díky „paměťovému efektu“, který negativně ovlivňuje jejich dobíjení.
- **Niklmetalhydridové (NiMH)** – oproti NiCd se vyznačují větší kapacitou, dokonce více než dvojnásobně. Avšak životnost je značně omezena počtem nabíjecích či vybíjecích cyklů, což je max. 500 cyklů. Jsou i poměrně levné.
- **Lithium iontové (Li-Ion)** – vykazují zvýšenou kapacitu a přitom jsou velmi lehké. Jejich cena je oproti NiMH vyšší, ale je vyvážená delší životností baterie (až 1000 nabíjecích cyklů)
- **Lithium polymerové (LiPol)** – ze všech uvedených v současnosti užívaných baterií mají nejlepší poměr hmotnosti ke kapacitě a životnost



Obrázek 7 Baterie typu Li-lon

4.1 Kapacita a související parametry

Důležitým parametrem je **kapacita** baterie, což je celkový náboj, který může baterie při vybíjení vydat, než její napětí poklesne na nejnižší možnou mez. Její jednotka je *ampérhodina* (Ah). Dalším parametrem pro baterie k pohonu elektrokol je velmi důležitým údajem

poměr **kapacita/hmotnost** jehož jednotkou je *ampérhodina na kilogram* Ah/kg (mAh/kg). Z obchodního hlediska je také zajímavý ekonomický údaj daný poměrem **kapacita/cena**, která má jednotku *ampérhodinu na koruny* (Ah/Kč). Podobně je vypovídá i hodnota poměru **energie/cena**, udávaný ve *Watthodině na koruny* (Wh/Kč). Nejdůležitějším parametrem však je životnost baterie, kterou ovlivňuje kromě její konstrukce také i způsob provozu. Uvádí se v počtu cyklů, tj. nabití-vybití nebo celkovou dobou trvání.

4.2 Dobíjecí stojany a stanice

Masové šíření elektrokol je závislé na instalaci sítě veřejných nabíjecích stanic k dobíjení baterií. Zahrnovat by měla především města a jejich okolí, záchytná parkoviště, velká nádraží, parkoviště u supermarketů a turisticky atraktivní místa. V angličtině pro ně platí název „charge points“. Začalo to v roce 2000, kdy ve Švýcarsku zpracovali projekt na podporu elektromobility, v jehož rámci zřizovala organizace „Park and Charge“ standardní typové nabíjecí stanice. Měla je rozdělené do tří kategorií podle hmotnosti elektrovozidla.

Kategorie nejlehčích vozidel zahrnovala elektrokola, elektroskútry a elektromopedy, další dvě kategorie byly vyhrazeny elektromobilům

5 TYPOLOGIE ELEKTROKOL

Obliba kol vybavených elektropohonem vede výrobce elektrokol k rozšiřování jeho sortimentu. Stávající elektrokola lze začlenit do devíti skupin s velmi rozdílným zastoupením v celkovém objemu vyráběných elektrokol a to od těch nejčastějších až k těm méně častým. Uvedu jen ty nejčastější.

5.1 Městská elektrokola

Právě tyto elektrokola jsou v celkovém objemu vyráběných elektrokol výrazně největší. Důraz u těchto kol je zvláště kladen na komfort jízdy, pohodlné nasedání, ochranu oděvu cyklisty umožňující jízdu i ve společenském oblečení, případnou dodatečnou montáž dětské sedačky.

5.2 Skládací elektrokola

Jsou zastoupeny mezi elektrokoly docela často. Je to vcelku překvapivé už jen proto, že komponenty a kabeláž dosti komplikují konstrukční řešení systému skládání. Kola jsou menších rozměrů, to kvůli tomu aby co do šířky a délky složeného elektrokola byly co nejmenší. Usnadňuje to přepravu elektrokola jak v MHD, tak i v kufru nebo na střeše automobilu.

5.3 Sportovní elektrokola

Do této skupiny patří elektrokola nabízející požitky z rychlejší sportovní jízdy, neomezené maximem 25 km v hodině.

Vyznačují se zejména větším výkonem elektromotoru, větším počtem převodových stupňů a sportovnějším posedem, vedoucí k snížení aerodynamického odporu.

5.4 Trekkingová elektrokola

Jsou to elektrokola, která jsou určena k jízdě v terénu. Od běžných elektrokol se liší především rámem odpruženou vidlicí, širšími pneumatikami s hrubším dezénem. Vyznačují se velkým rozpětím výkonů elektromotorů, od 200 W, až k větším než 250 W. Typickým je i velký počet převodových stupňů – až 27.

5.5 Horská elektrokola

Jsou to v podstatě elektrokola jako trekkingová, jen horská jsou uzpůsobena pro jízdu výhradně v terénu, oproti trekkingovým, které mohou jezdit i na silnici. Má robustní konstrukci se širokými pneumatikami, vybavená velkým počtem převodových stupňů. Mnohdy nejen s odpruženou přední vidlicí, ale i s odpruženou zadní stavbou rámu vybavenou tlumičem rázů.

6 VÝROBCI

Z uvedené více než stovky značek elektrokol na evropském trhu vyráběných v současnosti nebo blízké minulosti uvedu jen pár těch nejznámějších a o kterých jsem se zde zmínil.

- Bosch
- Dahon
- Gepida
- Haibike
- Heinzmann
- Honda
- KTM
- Lovelec
- Merida
- Philips
- Sanyo
- Scott
- Sram
- Ultra Motor

6.1 Čeští výrobci elektrokol

I u nás je poměrně široký výběr elektrokol různých značek, čítající několik desítek modelů. Většinou to jsou ektrokola zahraničních firem, které u nás mají svá zastoupení, nebo jsou jen dovážena. Vlastní domácí produkce je poměrně malá, a i ta využívá ve značné míře importovaných komponentů.

Společnost **Avacom** je distributorem elektrokola Ultra Motor. Patrně největšího světového výrobce skládacích kol u nás zastupuje firma **Azub Bike** v Uherském Brodě. Mezi skládačkami Dahon jsou i ty s pohonem elektromotorem o výkonu 250 W s LiPol baterií, jsou

vybaveny různou volbou režimu jízdy, systémem 3 x 3, tedy 9 různých módů asistence elektropohonu. Hmotnost těchto elektrokol je 17,5 kg. V síti prodejen pražské firmy **Citybikes** jsou k dostání elektrokola My city „Edison III“ s motorem 250 W a Li-lon baterií 36 V, 10 Ah. **Cyclestar** se prezentuje elektrokoly Ducati, provádí kompletní motorizaci některých kol Author a dobrý je i výběr elektrotříkolek. Dovozcem elektrokol značek Lovelec a Gepida je firma **Koeximpo** z Českého Těšína. Z elektrokol Lovelec jsou i kola Premium a to s motory 250 W v náboji zadního kola a bateriemi Li-lon 10 Ah/36 V na nosiči zadního kola. Jejich hmotnost je 27 kg a dojezdem 40 až 60 km. Mezi koly Lovelec je i skládací Lovelec Fold. Od maďarského výrobce Gepida to je například model Reptilla 1100 ECO Classic pohonnými systémy Yamaha nebo nově vyvinutými Gepida a s Li-lon bateriemi 36 V/8,2 Ah.

7 EVROPSKÉ NORMY PRO ELEKTROKOLA

Silniční provoz elektricky asistovaných jízdních kol – elektrokol se řídí Směrnicí evropského společenství O schvalování typu dvoukolových a tříkolových motorových vozidel. Ze schvalovacího procesu jsou vyjmuty taková elektrokola, jejichž rychlost s asistencí elektromotoru nepřevyší 25 km/h a u nichž je jmenovitý výkon elektromotoru maximálně 250 W.

V září 2009 začala ve všech zemích EU platit specifická norma, která dále zpřesňuje požadavky na elektrický obvod, elektrické kabely a spoje elektrokola testování baterií, elektromagnetickou kompatibilitu. Tato norma má označení ČSN EN 15194 a je též známa pod zkratkou EPAC (Standard for Electronically Power Assisted Cycles).

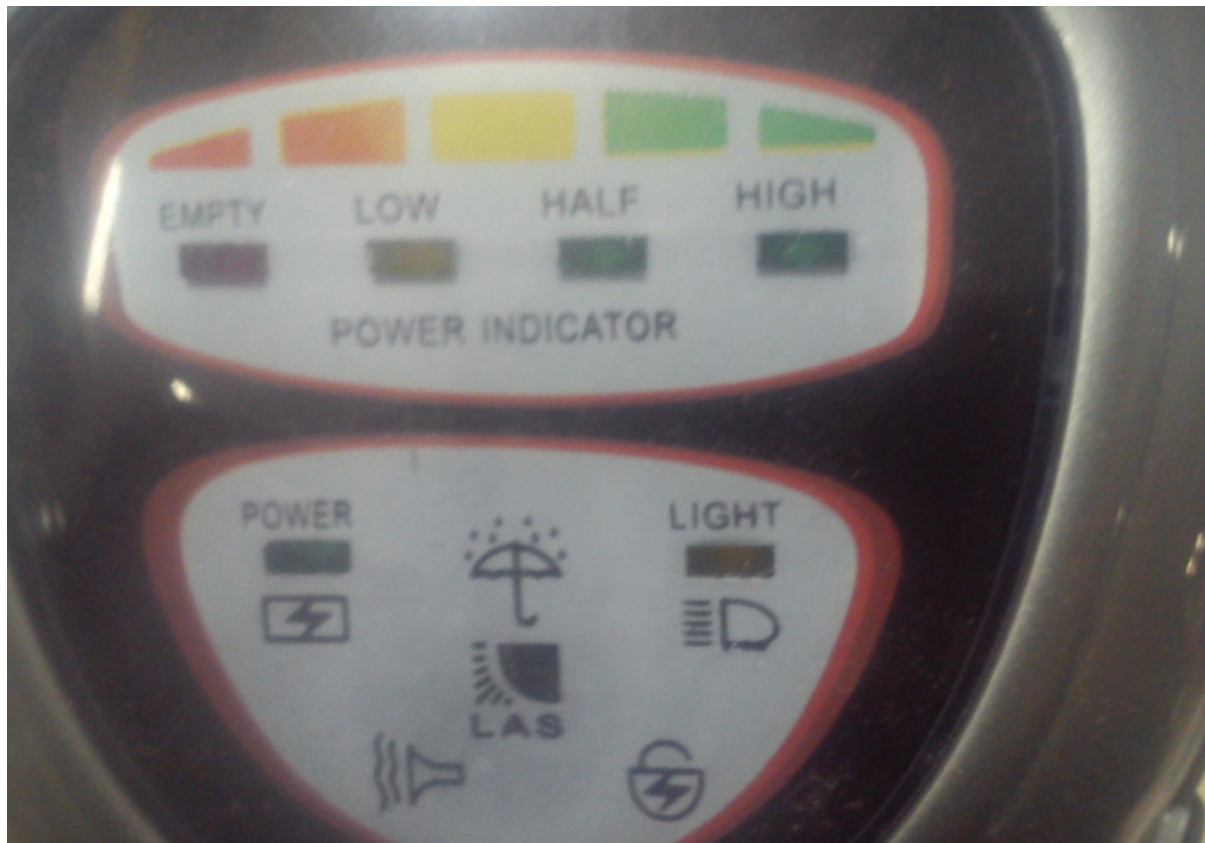
V případě, že rychlost nebo výkon elektrokola přesahuje limity stanovené normou EPAC, nejedná se dále o elektrokolo, ale o malý skútr, na nějž se vztahují omezení daná vyhláškou Ministerstva dopravy – tzn. Například vlastnit na takové vozidlo řidičské oprávnění.

8 DOPAD ELEKTROKOL NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Elektrokola neprodukují během jízdy žádné emise oxidu uhličitého ani jiných škodlivin znečišťujících ovzduší a navíc nejsou skoro hlučná. V tomto směru jsou srovnatelná téměř s běžnými jízdními koly. Za tu dobu co jsou elektrokola na trhu se objevovaly názory, že čistota těchto elektrokol není stoprocentní. Jeden z názorů z nich se týká baterií, zejména těch zastaralých olověných, kterými jsou stále ještě vybavena ty nejlevnější elektrokola. A zadruhé je, že při nabíjení baterií se využívá energie, která není ekologicky čistá. Lze třeba podotknout, že spotřeba elektřiny při nabíjení těchto baterií je velmi nízká. Výrobci se snaží, aby tyto dopady byly vždy co nejmenší.

9 BEZPEČNOST

Základním prvkem bezpečnosti na jízdním kole je použití ochranné přilby. V zákoně je tato povinnost stanovena zejména osobám mladším 15 let. Dále použití světel zejména za šera a špatné viditelnosti. Důležité jsou i správně seřízení brzdy.



Obrázek 8 Indikátor osvětlení

10 ZAJÍMAVOSTI

Daly by se sem zařadit elektrokola, u kterých je elektromotor poháněn energií ze solárních panelů. Není potřeba žádných niklkadmiových, metalhydridových, lithiových či dalších jiných obvykle běžných baterií. Solární elektrokola jsou samozřejmě závislá na slunečním svitu. Tyto elektrokola se řadí do třídy „Maskel Solar Vehicle“, nadějí však na větší rozšíření zůstávají pouze ukázkou zdatnosti amatérských kutilů.

Je možné využít elektropohon jako doping ve sportu?

Ano, je. Tato zpráva se objevila v roce 2010 ve vrcholové cyklistice. Byl z něho nařčen profesionální cyklista Švýcar Fabian Cancellara a to z použití pomocného elektropohonu v průběhu závodů kolem Flander a Paříže. Toto nařčení vyslovil, Davide Cassani – televizní komentátor a někdejší cyklistický šampion. V italské televizi, také ve videu a na internetu vysvětloval, jak je možné a docela snadné namontovat do sedlové trubky rámu elektromotorek s miniaturní baterií. Cancellara tyto výroky odmítl. Na dalším cyklistickém meetingu byly již instalovány skenery za účelem prohlížení ráků. Po etapě se vylosovala kola na skenování a shodou náhod bylo mezi nimi i Cancellarovo. Samozřejmě dohady o dopingu po tomto testu hned zmizely.

11 ZÁVĚR

Myslím si, že elektrokola jsou velice prospěšné a lidem ulehčí práci. Jejich využití je naprosto všestranné. Od poštovní doručovatelky, až k pomoci těžce pohyblivým lidem. Samozřejmě nesmím zapomenout i na životní prostředí.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Elektrokolo	6
Obrázek 2 Návrh elektrokola podle Jamese E. Nashe	7
Obrázek 3 Znázornění dvou systémů ovládání, nahoře pedelec a dole e-bike	8
Obrázek 4 Centrální elektromotory	10
Obrázek 5 Nábojové elektromotory	10
Obrázek 6 Aktivace elektropohonu.....	11
Obrázek 7 Baterie typu Li-Ion.....	13
Obrázek 8 Indikátor osvětlení	18

Použité zdroje

- [1] HRUBÍŠEK, Ivo. *Elektrokola: nová dimenze cyklistiky*. 1. vyd. Plzeň: Cykloknihy, 2011, 131 s. ISBN 978-80-87193-18-1
- [2] www.ekolo.cz/historie
- [3] www.city-bikes.cz
- [4] www.azub.cz
- [5] www.ultramotor.com/cz
- [6] www.lovelec.cz
- [7] Pořízeno mobilním fotoaparátem Sony Xperia Miro
- [8] www.hybrid.cz/novinky/fotogalerie-elektricky-pohon-v-cine