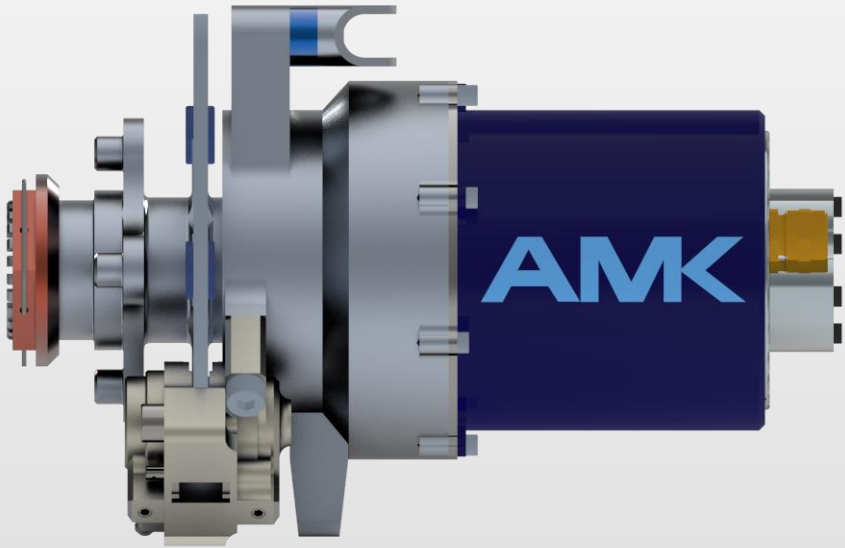




# Design av elektrisk drivlina för LiU Formula Student

LIU-IEI-TEK-G--20/01710--SE

LIU-IEI-TEK-G--20/01782--SE

ER19 på  
Silverstone  
Circuit, UK



# Bakgrund

LiU Formula Student är en studentförening som representerar Linköpings universitet i världens största design- och konstruktionstävling, Formula Student. Lag från tekniska lärosäten över hela världen deltar i denna tävling med egenkonstruerade racingbilar och de bedöms med avseende på prestanda, energiförbrukning kostnad och design. LiU Formula Student har hittills deltagit i klassen för bilar med förbränningsmotorer men ska från och med 2020 övergå till eldrift. Därmed krävs en lösning för den elektriska drivlinan vilket detta projekt har studerat och då specifikt ett koncept med navmonterade elmotorer på alla fyra hjul. Med drivlina menas det system av komponenter som har som uppgift att driva bilen framåt, det vill säga motor och transmission.



## Projektet

Projektet fördelades på två grupper med vardera tre tredsårsstudenter från civilingenjörsprogrammet med inriktning maskinteknik. En grupp konstruerade planetväxeln medan den andra designade de resterande komponenterna.

# Hjul

Ett hjul består av en fälg och ett däck, båda dessa har stor inverkan på övriga komponenter. Fälgan som valdes är lite speciell då den fästs med en mutter genom centrum av fälgan istället för fyra eller fem skruvar som på en vanlig personbil. Dessutom är fälgan gjord av en magnesiumlegering som gör den mycket lätt.

Fälgan har ytterdiameter 10 tum och däcket 16 tum. Utrymmet inuti fälgan är ännu mindre vilket sätter stora begränsningar på storleken av de övriga komponenterna. Denna platsbrist har varit en av de största utmaningarna med projektet. Bilden till höger visar en 33 cl läskburk inuti fälgan för storleksjämförelse.



# Motor

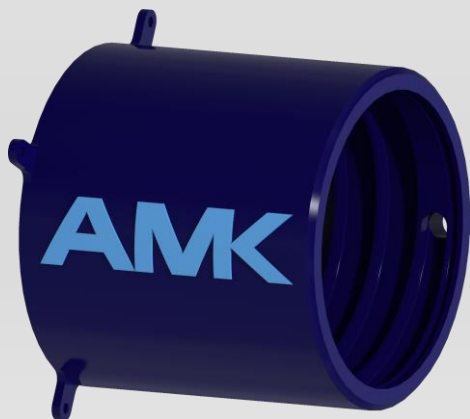
Motorn valdes genom att jämföra olika motorer i en s.k. konceptvalsmatris vilket kan liknas med att jämföra de olika motorernas för- och nackdelar och ge poäng i olika kategorier. Det segrande valet för konceptet blev AMK-DD5 som är både mest lämpad & har använts hos flertal vinnande lag.

## AMK-DD5

- Max varvtal: 20 000 rpm
- Max moment: 21 Nm
- Maximal effekt: 34 kW (46 hk)
- Spänning: 600 V
- Dimensioner: Ø96 x 132 mm

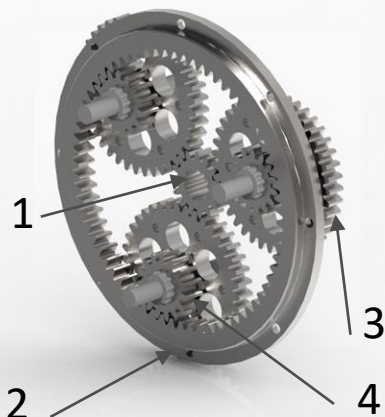


Till motorn designades en vätskemantel som tillåter vatten att färdas i en spiral runt motorn för att kyla. För att undvika läckage sitter det en o-ring på vardera ände av manteln.



# Planetväxel

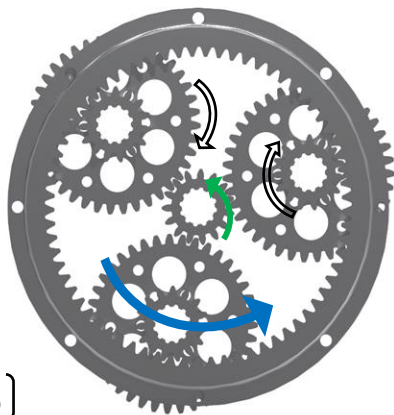
För att bilen ska kunna färdas i upp till 120 km/h behöver motorns rotationshastighet växlas ner 13 gånger. Efter utväxlingen får bilen ett större vridmoment, vilket innebär att den blir starkare. För att utföra utväxlingen på det begränsade utrymmet inuti fälgen har en planetväxel med fyra samspelande kugghjulsuppsättningar använts.



| Kugghjul        | Antal kuggar |
|-----------------|--------------|
| 1. Solhjul      | 15           |
| 2. Ringhjul     | 69           |
| 3. Planethjul 1 | 39           |
| 4. Planethjul 2 | 15           |

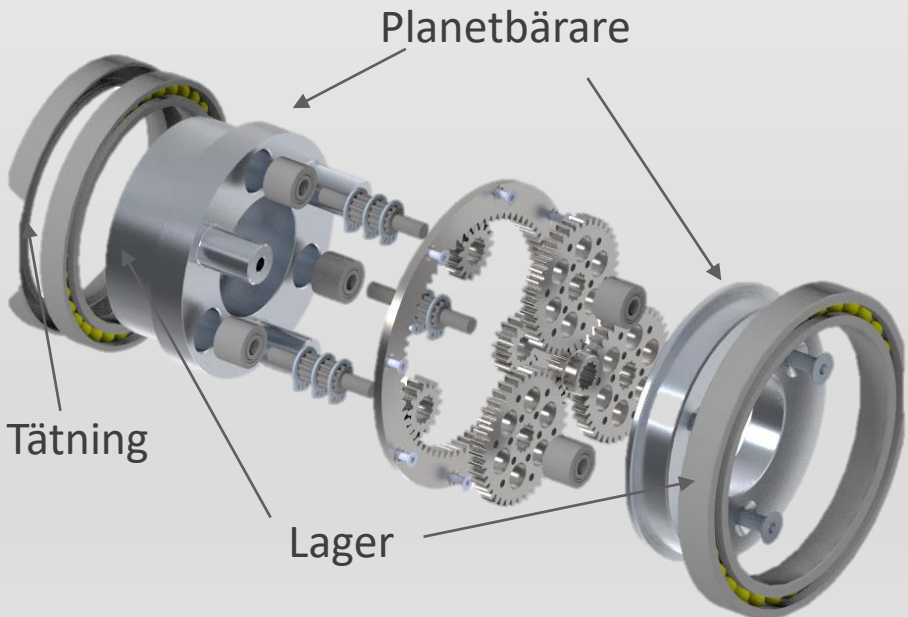
Motoraxeln går in i solhjulet, som börjar rotera. Solhjulet är i kontakt med de stora planethjul 1, som roterar i motsatt riktning. Planethjul 2 sitter på samma axel som planethjul 1 roterar därför med samma hastighet. Ringhjulet är fixerat. När planethjul 1 & 2 roterar kommer de därför börja "vandra" kring solhjulets axel. Den rörelsen är 13 gånger långsammare än motorns och förs vidare till hjulet.

Ingående - Utgående



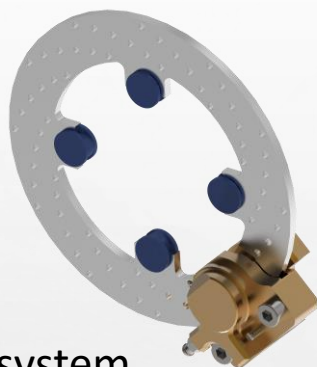
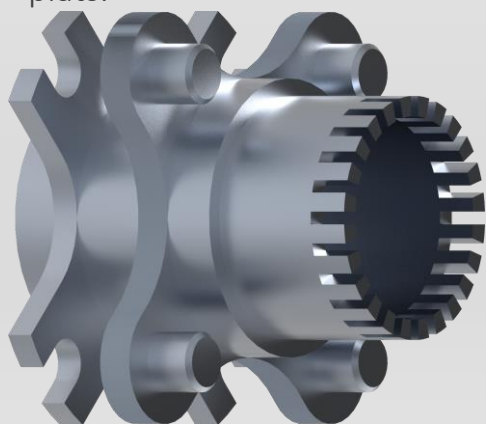
# Planetväxel

För att överföra rotationen från planet-axlarna till navet användes planetbärare, dessa roterar inuti uprighten som omsluter hela växeln. För att undvika friktionsförluster som uppstår när två ytor glider mot varandra har lager använts. Lagerna har gjort att rotationen sker så effektivt som möjligt samtidigt som de har hjälpt till att hålla hela växeln på plats. En tätning har använts för att förhindra att oljan som finns i växeln (som ska minska friktionen mellan kuggarna när dessa glider mot varandra) läcker ut på bromsskiva och däck.



## Upright & nav

Planetväxeln innesluts i uprigheten, som också är den komponent som sammankopplar många andra komponenter som upphängningsstag, motor, bromsok och nav. Att designa uprigheten var en utmaning eftersom den skulle vara så kompakt som möjligt samtidigt som alla komponenter skulle få plats inuti och hållfasthetskrav skulle mötas. Navet är den komponent som överför rotationen från yttre planethållaren till hjulet samt håller bromsskivan på plats.

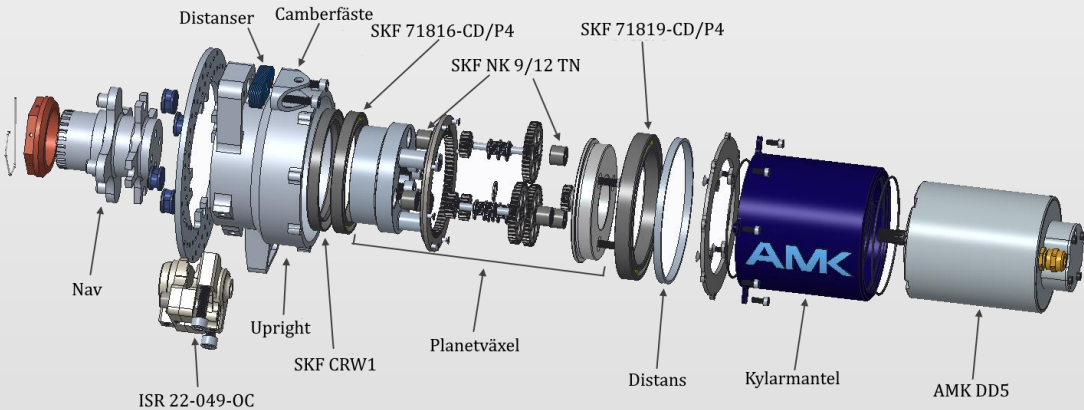


## Bromssystem

En av fördelarna med konceptet är att regenerativ bromsning kan implementeras, vilket betyder att motorerna kan kopplas om via styrenheten till att bli generatorer vid en inbromsning. På så sätt kan rörelseenergin omvandlas till elektrisk energi som kan användas till att ladda batteriet. Ett bromsande moment fås också vilket innebär att den mekaniska bromsen kan dimensioneras mindre vilket gör att vikt kan sparas. Den mekaniska bromsen valdes till 2-kolvsk på alla fyra hjul med den största broms-skivan som fick plats innanför fälgen (Ø176mm).

# Sammanfattning av konceptlösning

- Topphastighet: 120 km/h
- Maxeffekt: 34kW/motor (46hk) eller (80kW / 107hk totalt p.g.a. regelkrav)
- Max vridmoment: 1092Nm
- Vikt per motorpaket: 7,3kg
- Mått:  $\varnothing 182 \times 282\text{mm}$



## Konstruktion & motor

Erik Vandor, Gabriel Ehlin, Louise Ström

## Planetväxel

Filip Karlsson, Morteza Akbari, Oscar Johansson

