



# INDUSTRIËLE WETENSCHAPPEN

## Roosterreiniger

Leerling(en) :  
Joannes Laveyne  
Pieter Vandekerckhove

Mentor:  
Verhaeghe Dirk

2003-2004

VTI Torhout Sint-Aloysius | Papebrugstraat 8a, 8820 Torhout  
Telefoon: 050 23 15 15 | Fax: 050 23 15 25  
E-mail: [vti@sint-rembert.be](mailto:vti@sint-rembert.be) | Site: <http://vtiweb.sint-rembert.be/>  
Site GIP'S 6IW: [www.gip6iw.be](http://www.gip6iw.be)

## Voorwoord

Door de stijgende werkhoeveelheid en werkdruk in de landbouwsector kwam er al snel vraag naar mechanisatie en automatisatie van verschillende processen. Gedurende de jaren werden de meest voor de hand liggende processen geautomatiseerd maar in iedere specifieke sector bleven nog enkele knelpunten over.

Zo is er ook in de pluimveesector enorm veel geautomatiseerd. Ventilatie en verwarming worden door computers geregeld, voer- en watervoorzieningen worden door tijdrelais geschakeld, ...

Doch ondanks al deze technologieën blijven er nog veel taken over die manueel gedaan moeten worden. Vooral bij het onderhoud van de stalinrichting kan er nog veel gemechaniseerd worden zodat er tijd bespaard kan worden.

Vanuit deze optiek is ook deze geïntegreerde proef begonnen. Sommige onderdelen (de stalinrichting kan in honderden kleinere onderdelen opgesplitst worden) nemen weken in beslag om te reinigen en te onderhouden, terwijl een gemechaniseerde oplossing hiervoor niet al te ingewikkeld is.

Met de machine die wij willen construeren bieden we een oplossing voor een aantal onderdelen van de stalinrichting, wat zeker welkom zal zijn bij de hedendaagse pluimveehouders.

Bovendien zullen wij gedurende het proces proberen bij te leren over hoe het ontwerpen en het construeren van een dergelijke machine in zijn werk gaat, waar er zich knelpunten voordoen, ... Iets wat ons later zeker van pas zal komen.

---

## Inhoudsopgave

	Voorwoord .....	1
	Inhoudsopgave .....	2
	Inleiding .....	3
1	Probleemstelling .....	5
1.1	De te reinigen roosters .....	5
1.2	Het reinigingsproces .....	9
2	Sproeikoppensysteem .....	10
2.1	Bewegingssysteem voor sproeikoppen.....	10
2.2	Bewegingssysteem voor sproeikoppen.....	13
2.2.1	Kabelcilinder.....	13
2.2.2	Schroefas.....	13
2.3	Bevestigingssysteem voor sproeikoppen.....	19
3	Het transportsysteem .....	20
3.1	Inleiding.....	20
3.2	Vorm van opspannen.....	20
3.2.1	Uit één deel .....	20
3.2.2	Uit 2 delen .....	21
3.3	Type transportsysteem.....	23
3.3.1	Met platte riem.....	23
3.3.2	Met gewone ketting .....	23
3.3.3	Met schakelkettingen .....	24
3.4	Aandrijving.....	25
3.4.1	Elektrisch .....	25
3.5	Lagers .....	26
3.5.1	Keuze van het lagertype.....	26
3.5.2	Wrijving.....	26
3.5.3	Afdichtingen .....	26
3.5.4	Algemene lagergegevens .....	27
3.5.5	Axiale opsluiting van de lagers.....	28
3.5.6	Afdichting .....	29
3.5.7	Montage en demontage.....	30
3.5.8	Y-blokken .....	31
4	Constructie van de roosterreiniger .....	33
4.1	Constructie van het frame.....	33
4.2	Extra info over het lassen .....	40
4.3	Montage van de onderdelen.....	41
4.4	Testopstelling .....	46
5	Besluit.....	47
6	Dankbetuiging .....	48
7	Bijlagen.....	49

## **Inleiding**

In deze geïntegreerde proef zullen we het hebben over het construeren van de roosterreiniger en de aanleiding hiervoor. Met de roosterreiniger kunnen we immers een manueel langdurig werk automatiseren en de tijdsduur ervan verkorten. Naar schatting kan de machine het werk van twee weken klaren in twee dagen, wat een grote tijdswinst tot gevolg heeft.

In deze bundel zullen we eerst verklaren wat de roosterreiniger in feite is en wat de machine moet doen. We geven meer informatie over de roosters en ook de werking van de machine verklaren we aan de hand van een schema.

In het tweede volgende delen bespreken we de theoretische opbouw van het sproeikoppensysteem en transportsysteem, de manieren van aandrijving, opspannen van de kettingen, lagering, ...

In het vierde deel hebben we het dan over de uiteindelijke praktische realisatie waar we het meest hebben bijgeleerd. Niet alles bleek immers te kloppen met onze planning en aanpassen hier en daar was nodig. Het was meestal proberen, aanpassen en opnieuw proberen. We waren dan ook blij toen we onze werkende roosterreiniger op de opendeurdag van onze school, het VTI te Torhout konden demonstreren aan de bezoekers.

## 1 Probleemstelling

### 1.1 De te reinigen roosters

De roosters waarvan sprake is zijn constructies in zachthout waarop er kippen lopen. In pluimveestallen voor scharrelkippen zijn deze roosters terug te vinden. Ze vormen de overdekking van de mestput. De uitwerpselen van de dieren vallen zo door de rooster in de put. Bovendien slapen de dieren liever op de roosters omdat er steeds een kleine luchtstroming door de dwarslatjes aanwezig is, iets wat bij een egale vloer niet het geval is.

Op het pluimveebedrijf van de familie Laveyne, voor wie we de roosterreiniger ontwerpen, worden er 360 van deze roosters gebruikt om de mestputten te overdekken. In totaal wordt er zo (slaap)plaats geboden aan 19.500 dieren.



*Figuur 1: de stalinrichting*

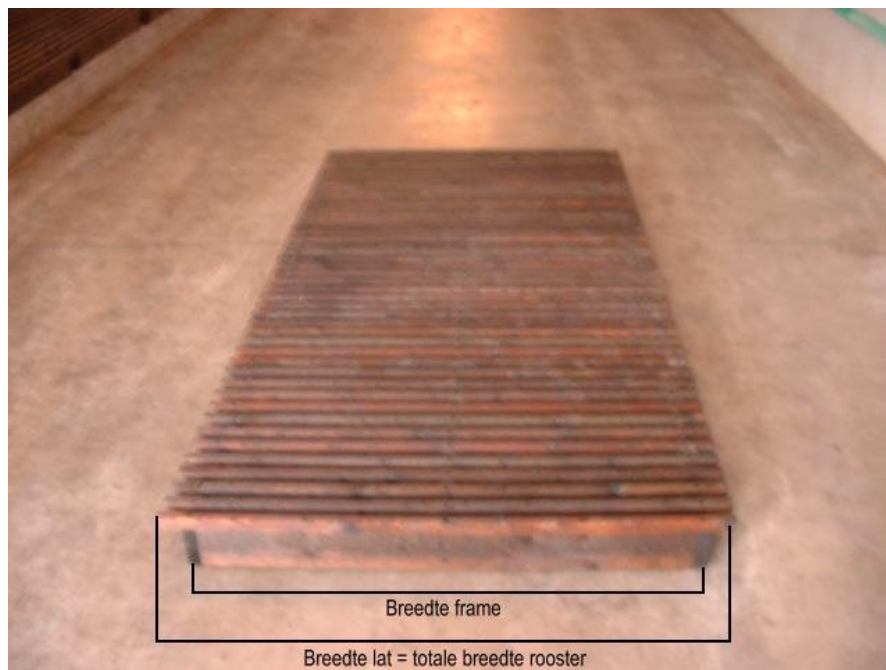
De kippen zijn zware moederdieren met een gewicht van +/- 3500 gram. Zware moederdieren zijn kippen die los kunnen scharrelen tussen hanen. De hanen zorgen ervoor dat de kippen bevruchte eieren leggen. De eieren komen via de nesten op een transportband terecht waarna ze manueel geraapt moeten worden. In de topleg kan dit aantal eieren oplopen tot 16.000 per dag.

De eieren worden iedere dag opgehaald door een vrachtwagen en naar de broeierij gebracht. Daar worden ze in de broedkasten geplaatst waar de kuikens na 21 dagen zijn

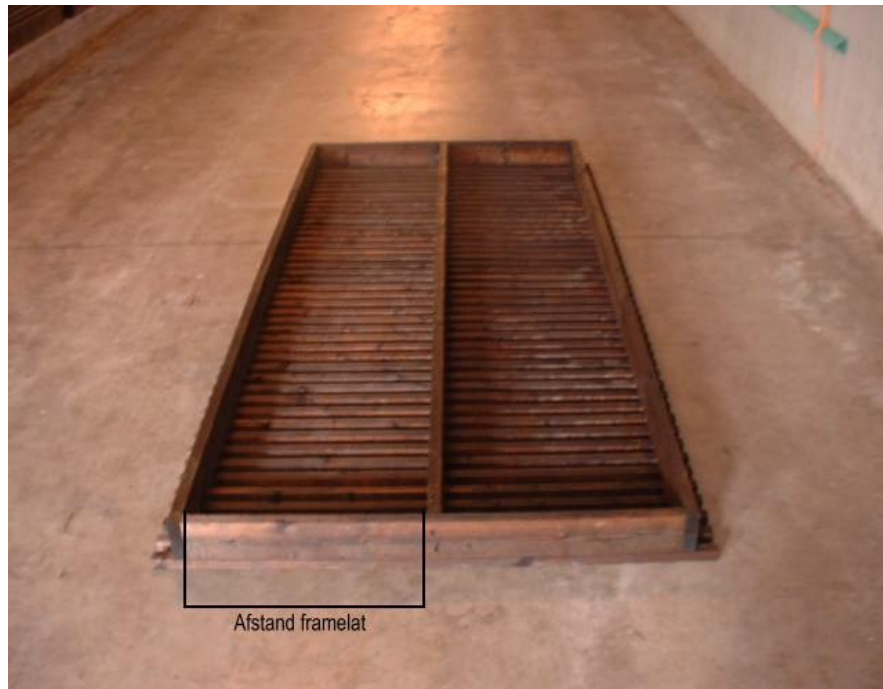
uitgebroed. De kuikens dienen worden dan verder verzorgd en eindigen hun leven als slachtkippen.

De moederdieren zelf verblijven 10 maanden per jaar op het bedrijf van de familie Laveyne. Hierna is er 2 maanden tijd om de stallen te reinigen. Dit houdt in dat de mest wordt uitgereden, alle onderdelen van de stal (voergoten, nesten, roosters, waterpotten) gedemonteerd en tot het kleinste onderdeel gereinigd worden en dat de stal zelf met hoge druk gereinigd wordt.

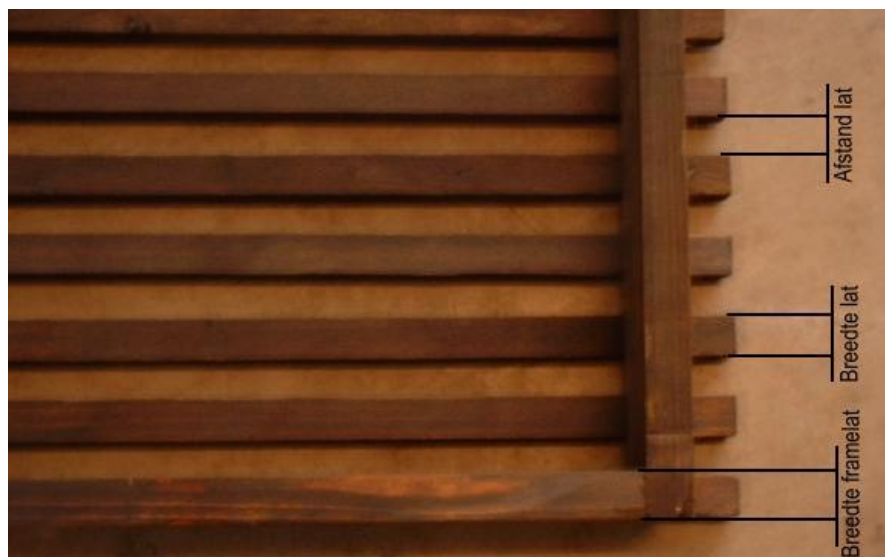
Het manueel reinigen van de roosters alleen al kost echter twee weken tijd. Automatisch reinigen is zeer moeilijk simpelweg omdat er geen machines voorhanden zijn die deze taak aankunnen. Enkel in Nederland is er een bedrijf (Jansens Poultry Equipment) dat een roosterreiniger in aanbieding heeft, maar deze is enkel geschikt voor hardhouten of kunststof roosters.



*Figuur 2: bovenkant van een zachthouten rooster*



*Figuur 3: onderkant van een zachthouten rooster*



*Figuur 4: close up onderkant rooster*

Totale lengte rooster	2390
Totale breedte rooster	1180
Totale hoogte rooster	123
Totale breedte frame	1080
Hoogte frame	96
Breedte framelat	29
Afstand tussen framelatten	485
Hoogte lat	27
Breedte lat	30
Lengte lat	1180
Afstand tussen framelatten	+/- 25
Aantal latten	45



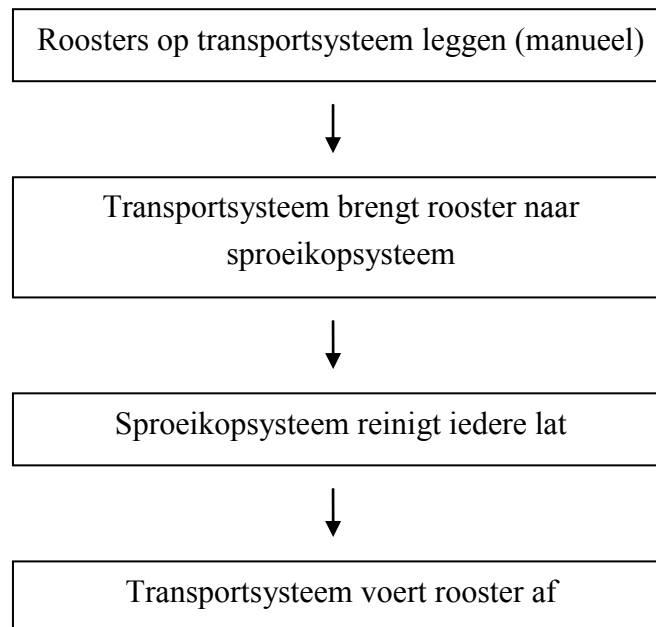
## 1.2 Het reinigingsproces

Het reinigingsproces van de roosters is relatief simpel. Ieder dwarslatje moet aan beide kanten gereinigd worden met water onder hoge druk.

De roosters moeten dus onder een sproeikop komen die de dwarslatten grondig reinigt. Een transportsysteem is dus noodzakelijk. Ook om de roosters van de sproeikoppen weg te transporteren is een transportsysteem noodzakelijk.

We kunnen dus al de twee grote onderdelen afbakenen, namelijk het transportsysteem en het sproeikopsysteem.

Verder kunnen we het reinigingsproces als volgt samenvatten.



## 2 Sproeikoppensysteem

### 2.1 Bewegingssysteem voor sproeikoppen

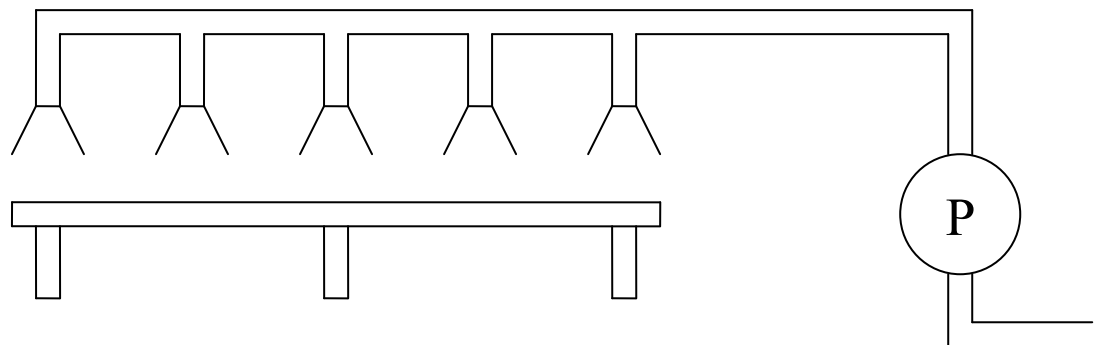
Vooraleer we aan de constructie van de roosterreiniger konden beginnen moesten we nagaan uit welke vitale onderdelen de machine moet bestaan. Het meest elementaire deel is **het bewegingssysteem voor de sproeikoppen**. Onmiddellijk stelden zich echter al de volgende problemen...

Door de grote breedte van de roosters zijn er veel sproeikoppen nodig. Uit ervaring weten we dat er per sproeikop een druk van 100 bar en een debiet van minstens 800 l/u nodig is. Om dus met vaste sproeikoppen, opgesteld op een welbepaalde afstand van elkaar te werken is nagenoeg onmogelijk gezien het grote debiet en de dus immens grote pomp die noodzakelijk is om een groot debiet te leveren.

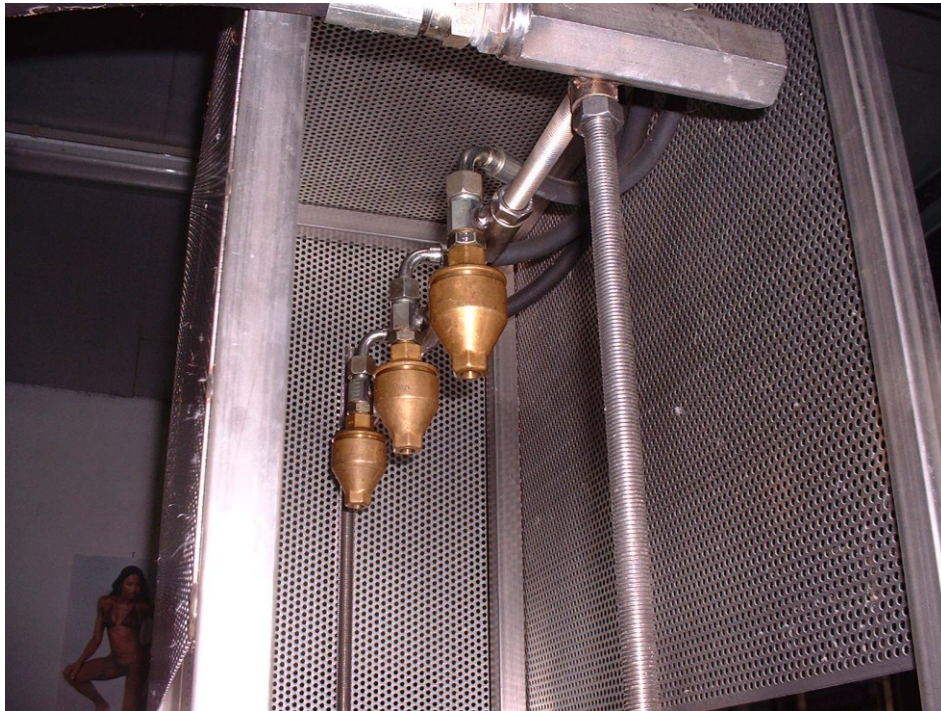
Oplossing: sproeikoppen beweegbaar maken

Voordeel: met een of twee sproeikoppen kunnen we zo de rooster reinigen en is er geen al te groot debiet vereist.

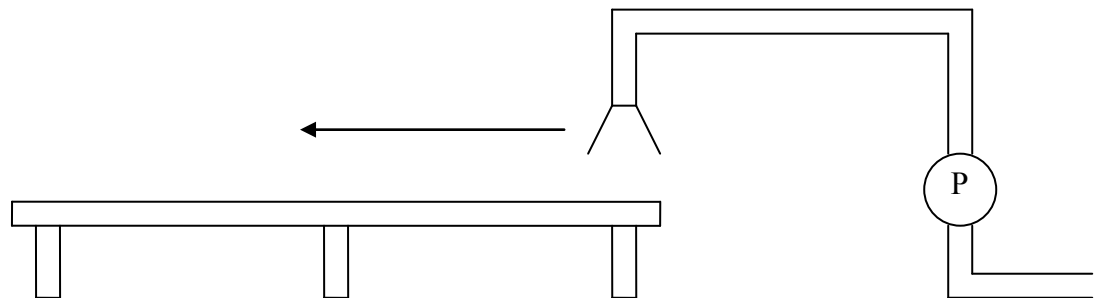
Nadeel: de reinigingstijd stijgt aangezien de sproeikoppen hun eigen cyclus moeten volbrengen vooraleer de transportband kan doorschuiven.



*Figuur 5: vaste sproeikoppen*

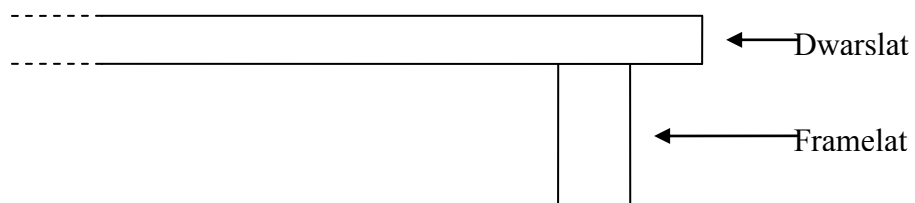


*Figuur 6: vaste sproeikoppen*



*Figuur 7: beweegbare sproeikop*

Voor de bovenkant van de roosters is het probleem dus opgelost, maar voor de onderkant stelt zich echter een extra probleem. Op figuur 8 kunt u een uitvergroting zien van de doorsnede van een rooster.



*Figuur.8: doorsnede rooster*

De sproeikoppen hebben als eerste taak de dwarslatten te reinigen. We willen beweegbare sproeikoppen gebruiken, dus moet er plaats zijn voor het bewegingssysteem. Aan de bovenkant van de rooster stelt er zich geen probleem, maar aan de onderkant zitten de framelatten (zie figuur 8) in de weg van het bewegingssysteem. Dit systeem zal dan ook iets lager gemonteerd moeten worden.

Omdat de sproeikoppen nu lager staan ten opzichte van de dwarslatten moet hun druk ook vergroot worden. Immers, de afstand die het water moet afleggen is groter waardoor de drukval stijgt.

Nu stelt zich echter probleem van de framelat. De sproeikop heeft genoeg druk om de dwarslat te reinigen, maar wanneer deze onder de framelat komt is de druk te groot. De afstand tot de framelat is immers veel kleiner dan die tot de dwarslat waardoor ook de drukval kleiner is. Hierdoor is de druk te groot voor het zachthout en wordt de framelat beschadigd.

De oplossing hiervoor is een drukregeling inbouwen. Dit doen we door twee eindeloopscontacten naast de sproeikop te bevestigen. Deze detecteren de framelat en sturen een elektroklep aan die een gedeelte van de druk laat wegstromen wanneer de sproeikop de framelat nadert. Wanneer de sproeikop zich op een veilige afstand van de framelat bevindt wordt de druk opnieuw opgevoerd.

---

## 2.2 Bewegingsysteem voor sproeikoppen

We hebben heel wat bewegingssytemen overwogen om de sproeikoppen hun cyclus te laten voltooien. Op het einde bleven er twee over.

- Kabelcilinder
- Schroefas

### 2.2.1 Kabelcilinder

Een kabelcilinder is een stangloze cilinder. In plaats van een stang trekt de zuiger een kabel mee die aan de uiteinden van de cilinder uittreedt. Deze kabel loopt in een lus om de cilinder heen.

Aan de kabel kan men dan een loopkat bevestigen die over de gehele slaglengte van de cilinder meegenomen kan worden

We hebben besloten de kabelcilinder niet te gebruiken omdat deze een compressor vereist om de benodigde luchtdruk op te bouwen. Dit zou nog maar eens een complexere situatie opleveren aangezien we dan pneumatica moeten implementeren. Bovendien is een compressor gevoelig aan vochtige lucht.

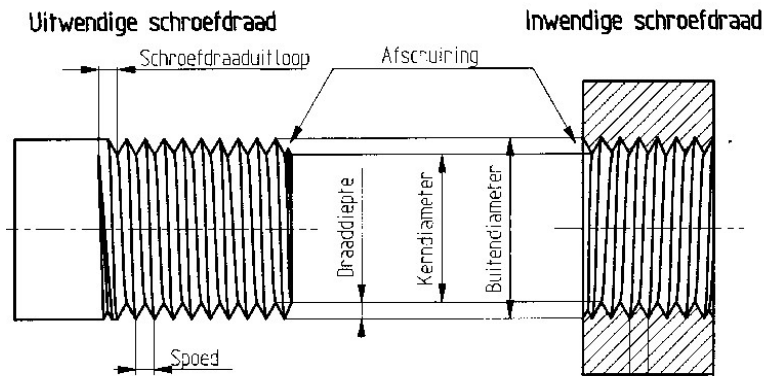
### 2.2.2 Schroefas

De schroefas wordt aangedreven door een motor die de as een welbepaald toerental meegeeft. Op de schroefas bevindt zich een stuk holle as met een inwendige schroefdraad die past op de uitwendige schroefdraad van de schroefas.

De holle as is met een arm verbonden aan een vaste geleidingsconstructie die ten opzichte van de schroefas niet beweegt. Een rechtlijnige beweging over de geleidingsconstructie is echter wel mogelijk. Dit zorgt ervoor dat de holle as niet zal meedraaien met de schroefas.

De ronddraaiende beweging van de schroefas zal zich, aangezien de holle as niet kan meedraaien, omgezet worden in een rechtlijnige beweging over de schroefas. Draaien we de zin van de motor om zal ook de zin van de rechtlijnige beweging omgedraaid worden. De aanvankelijke zin van de beweging is afhankelijk van het gebruikte type schroefdraad (links of rechts) en de aanvankelijke draaizin van de aandrijfmotor.

Om de bewegingssnelheid te berekenen moeten we eerst de eigenschappen en begrippen van schroefdraad even van dichterbij bekijken. Figuur 9 helpt ons daarbij.



*Figuur 9: voorstelling van schroefdraad*

- De nominale diameter of de buitendiameter is de grootste diameter van de schroefdraad en bij uitwendige schroefdraad is dat de diameter van de as waarop de schroefdraad wordt gesneden.
- De kerndiameter is de kleinste diameter van de schroefdraad en bij inwendige schroefdraad is dat de diameter van de boring waarin de schroefdraad wordt gesneden.
- De spoed is de verplaatsing, gemeten in de richting van de hartlijn, die wordt afgelegd gedurende één omwenteling.
- De draaddiepte is de diepte van de schroefdraad, loodrecht gemeten op de hartlijn, en is gelijk aan de helft van het verschil tussen de buitendiameter en de kerndiameter.
- De schroefdraaduitloop is de afstand dewelke de schroefdraaddiepte van de volledige diepte overgaat naar nul
- De afschuivingen aan zowel de inwendige als uitwendige schroefdraad zijn noodzakelijk, zoniet zou het begin van de schroefdraad vlijmscherp zijn.

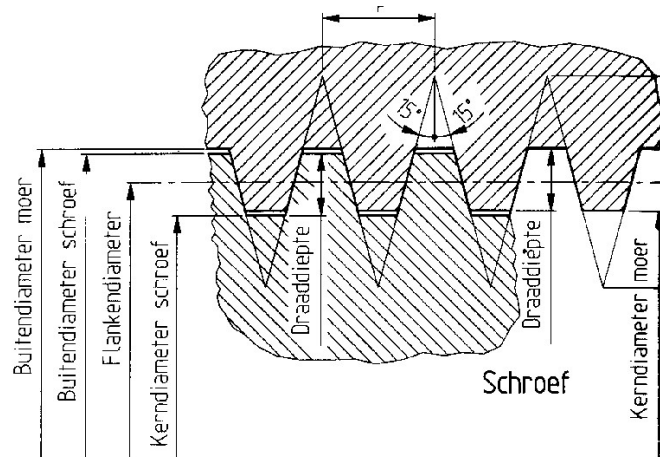
We moeten wel opmerken dat we de voorstelling uit figuur 9 niet toepassen in technische tekeningen omdat deze te tijdrovend is om te tekenen. Men maakt daarom gebruik van een vereenvoudigde voorstelling van schroefdraad.

Er bestaan uiteraard heel wat soorten schroefdraad, we sommen de meest courante op.

- Metrische schroefdraad voor bevestiging van onderdelen.
- Withworth (of Engelse) schroefdraad voor bevestiging van onderdelen
- Zelfdichtende en niet-zelfdichtende pijpschroefdraad.
- Bewegingsschroefdraad
- ...

Enkel de bewegingschroefdraad is voor dit onderdeel nuttig. Dit type kunnen we echter nog eens opsplitsen in drie aparte types.

- Trapezijschroefdraad
- Zaagtandschroefdraad
- Ronde schroefdraad



*Figuur 10: Trapezijschroefdraad*

Trapezijschroefdraad is de schroefdraad die wij zullen gebruiken voor onze schroefas. Dit type wordt echter hoe langer hoe meer verdrongen door de ronde schroefdraad maar is simpeler om te snijden. Bovendien is het relatief sterke schroefdraad.

Zaagtandschroefdraad wordt gebruikt bij machines die grote krachten in één richting moeten opnemen. Wordt praktisch niet meer gebruikt.

Ronde schroefdraad wordt hoe langer hoe meer gebruikt, vooral bij CNC-gestuurde machines. De moer die op de schroefdraad moet bewegen is uitgerust met kogels die in een gesloten kring lopen (kogelschroeven). Deze kogels verminderen weerstand en warmteproductie, het rendement ligt meer dan 40% hoger dan trapezijschroefdraad en de schroef is veel beter te positioneren. Wij gebruiken dit type echter niet omdat de prijs niet opweegt tegen de voordelen.

De lineaire bewegingsnelheid van de schroef over de schroefas is van twee dingen afhankelijk:

- Toerental schroefas
- Spoed van de gebruikte schroefdraad

Het toerental van de gebruikte motor bedraagt 1450/min. Dit is een normale asynchrone motor zonder reductiekast. We beogen een lineaire bewegingssnelheid van 0,5 m/s (30 m/min). Per omwenteling wordt de afstand van de spoed afgelegd. De te overbruggen afstand bedraagt 1400 mm.

$$1450/\text{min} \times \text{spoed} = 30 \text{ m/min}$$
$$\rightarrow \text{spoed} = 30 / 1450 = 0,02 \text{ m (20 mm)}$$

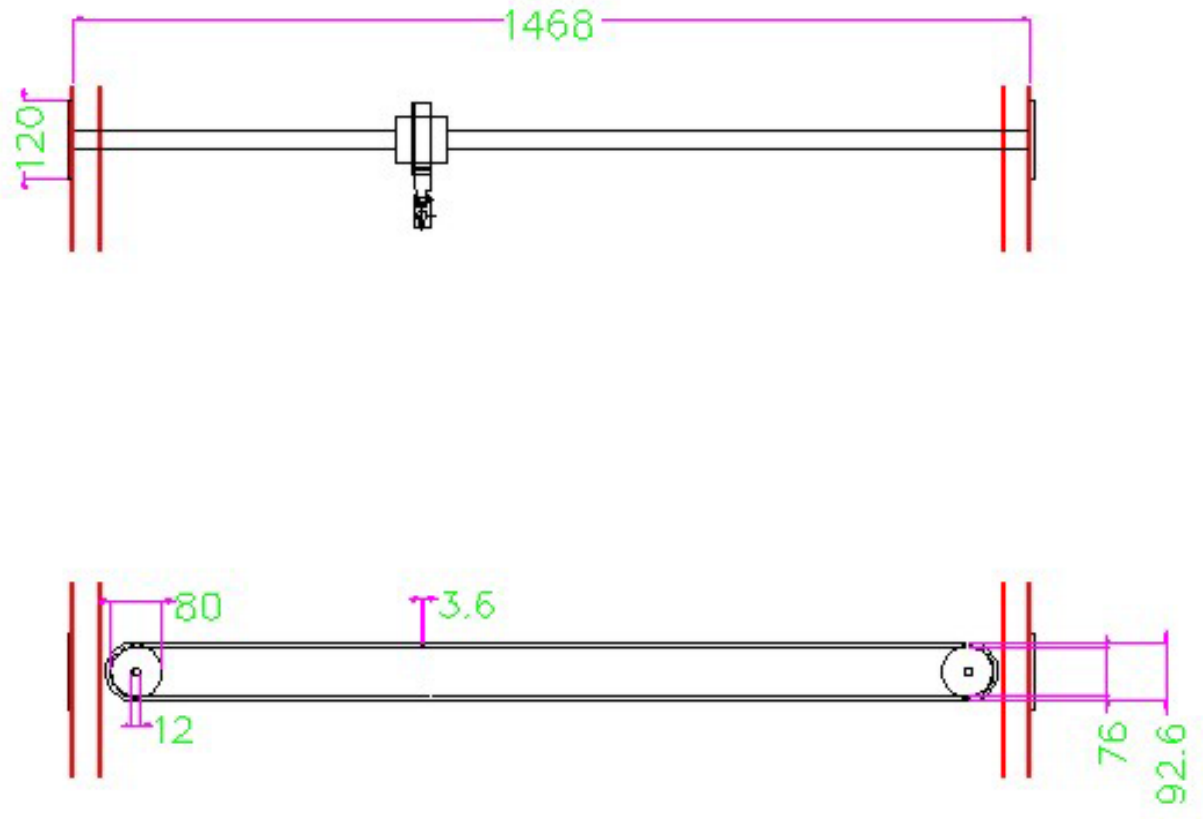
De schroefas biedt enkele voordelen wat constructie betreft. Trapeziumschroefdraad is gemakkelijk te draaien en er is ook geen speciale sturing nodig om de as aan te sturen, zoals dat bij pneumatica wel het geval was.

De nadelen kwamen pas tevoorschijn wanneer we de benodigde afmetingen en toerentallen berekenden. Een gesprek met Dhr Tanghe, praktijkleerkracht draaien leerde ons dat een dergelijke constructie nauwelijks haalbaar was. De grote afstand (1400 mm) die overbrugd moest worden zou voor een zware as zorgen die in het atelier van de school niet gemaakt kon worden. Bovendien zou deze as dan nog eens aan het hoge toerental van 1450/min moeten roteren, wat niet te verwezenlijken viel.

Als een geluk bij een ongeluk stond er net op datzelfde moment een transportsysteem bij Dhr Sys, praktijkleerkracht montage dat, mits wat aanpassingen geschikt was voor onze machine.

Dit systeem bestaat uit een loopblokje dat beweegt over een as. Het wordt voortgetrokken door een ketting die aangedreven wordt door een elektromotor. Wij hebben dit aangepast zodat het blokje in beide richtingen kan bewegen.





*Figuur 11: loopblokje op as + ketting*

Zoals op figuur 11 te zien is bestaat het systeem uit twee onderdelen die horizontaal symmetrisch aangebracht moeten zijn, een ketting en het loopblokje op een glijas. In het loopblokje zit een boring met daarin rollagers die ervoor zorgen dat het blokje goed over de glijas glijdt.



*Figuur 12: een loopblokje*

Op de zijkant van het blokje wordt een klein U-profiel bevestigd. Door een schakel in de aandrijfketting te vervangen door een dubbele schakel die ingrijpt in het U-profiel wordt het blokje meegenomen door de ketting. Als de ketting bij het kamwiel komt zal de dubbele schakel met het kamwiel meedraaien en dalen of stijgen in het U-profiel, afhankelijk van de aandrijfrichting. Hierna beweegt de dubbele schakel terug horizontaal en neemt het blokje terug mee in de andere richting.

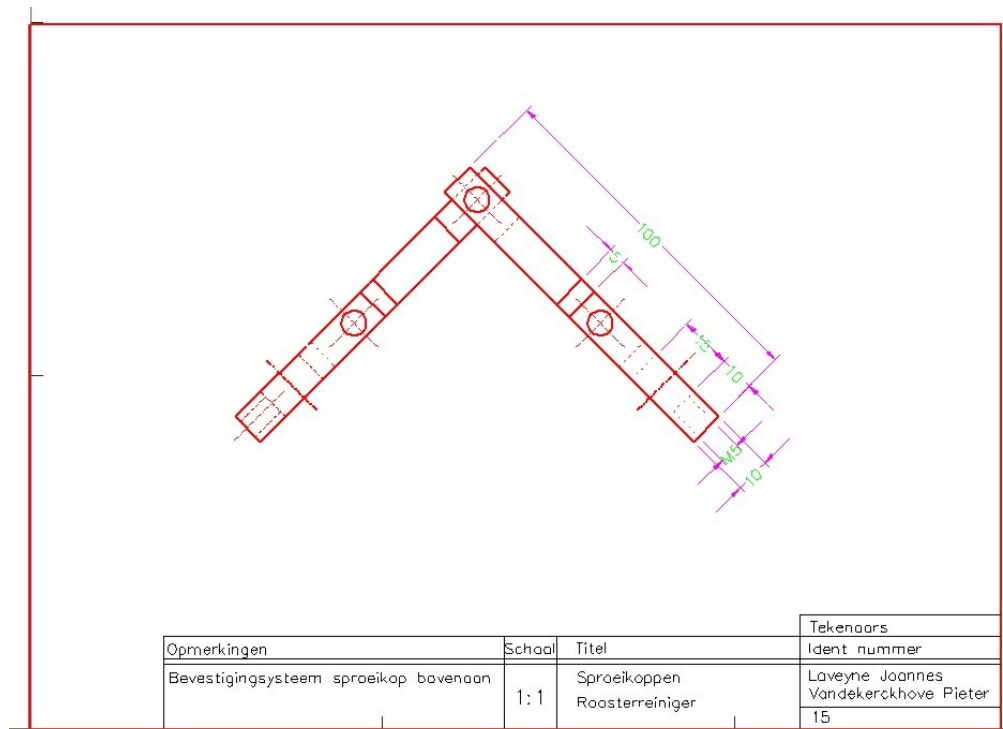


*Figuur 13: gemonteerd loopblokje*

### 2.3 Bevestigingssysteem voor sproeikoppen

Het is van vitaal belang de sproeikoppen een goede spuithoek mee te geven. Bovenaan werken we immers met twee sproeikoppen die beide een zijde van een dwarslat moeten reinigen. Door de hoek in te stellen kunnen we de sproeikoppen bij regelen indien nodig.

Om dit te verwezenlijken hebben we de volgende constructie ontworpen.



*Figuur 14: arm om sproeikop te bevestigen*

Het is een simpele constructie die we met behulp van een freesbank geconstrueerd hebben uit teflon, een lichte doch sterke kunststof die een hoge verspanbaarheid heeft.

### 3 Het transportsysteem

#### 3.1 Inleiding

Het transportsysteem dat wij construeren zal dienen om de roosters van en naar de sproeikoppen te transporteren.

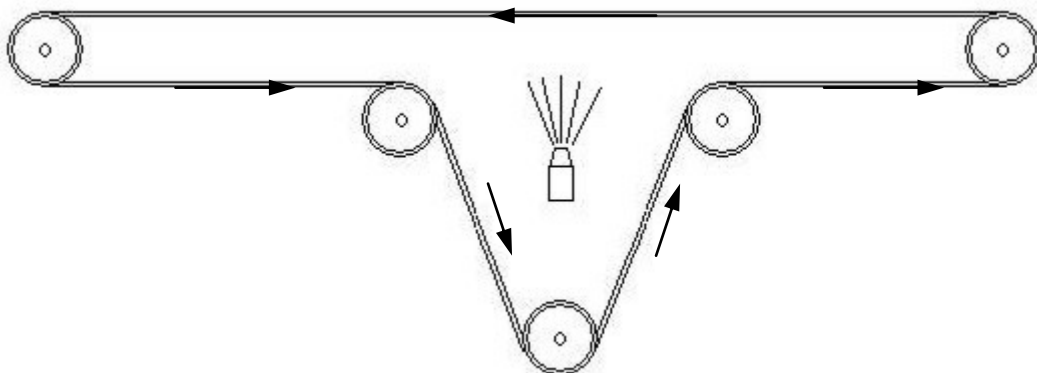
Deze kan in vorm van opspannen van de ketting verschillend geconstrueerd worden: bestaande uit 1 of 2 delen. De aard kan ook verschillend zijn: met platte riem, met gewone kettingen of met schakelkettingen. Telkens wordt er gebruik gemaakt van dwarlatten tussen de 2 kettingen of riemen. Dit om te zorgen dat de 2 kettingen of riemen synchroon lopen en om de rooster te ondersteunen.

Ten slotte kunnen we nog een verschil maken in verband met de aandrijving.

#### 3.2 Vorm van opspannen

##### 3.2.1 Uit één deel

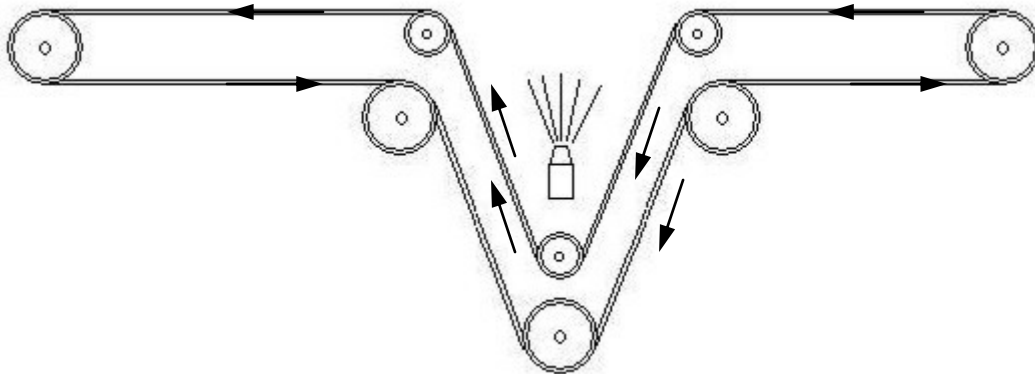
Er zijn twee manieren om een transportsysteem die uit één deel bestaat op te spannen. Één daarvan is het trekkende part laten rechtdoor lopen en het slappe part omlaag te leiden (zie figuur 15).



*Figuur 15: opspannen van transportsysteem*

Hierbij stelt er zich wel een probleem. Wanneer een rooster over het trekkende part beweegt tot boven de sproeikoppen zal de sproeikop aan de onderzijde van de machine op de ketting of riem spuiten en zal bijgevolg een deel van de rooster niet grondig gereinigd zijn. De ketting of riem mag zich bijgevolg niet boven de laagste sproeikop bevinden.

Een andere manier is het trekkende en slappe part omlaag leiden (zie figuur 16).

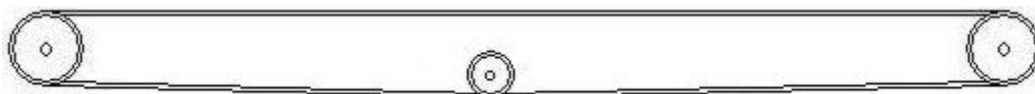


*Figuur 16: opspannen van transportsysteem*

Hierbij is het probleem dat zich in het vorige punt stelde weggewerkt. De ketting wordt nu twee maal opgespannen en bevindt zich nu onder de laagste sproeikop. Zo kan de rooster helemaal gespoten en dus gereinigd worden. Maar nu hebben we een bijkomende as nodig om nog twee volgwielen bij te plaatsen.

### 2.2.2 Uit 2 delen

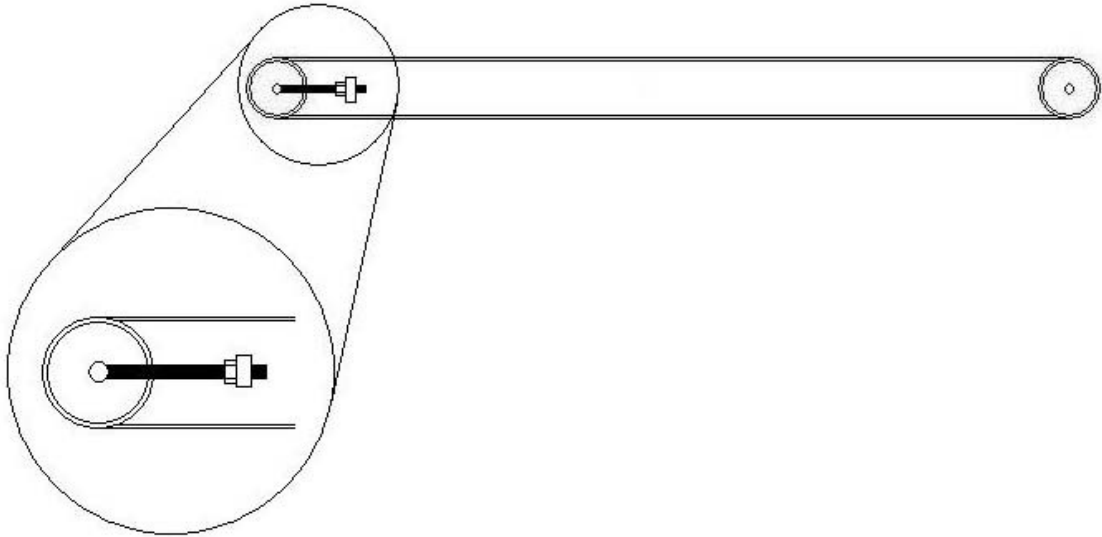
Ook bij de rolaanspanning waarbij het transportsysteem uit twee delen bestaat zijn er twee mogelijkheden vast te stellen. Ten eerste kunnen we de ketting of riem aanspannen door in het midden van het transportsysteem een derde wiel te bevestigen en deze naar boven of onder verplaatsen om de ketting of riem meer of minder aan te spannen (zie figuur 17).



*Figuur 17: opspannen van transportsysteem*

Bij deze methode moeten er wel twee transportsystemen zijn en zodoende twee bijkomende assen moeten geplaatst worden.

Ten tweede is het ook mogelijk om met een draadstang te werk te gaan. Deze draadstang wordt bevestigd op een metalen plaat en in de as. Door middel van een bout wordt de as meer naar voor of naar achter gezet, zodat de ketting of riem meer of minder aangespannen wordt (zie figuur 18).



*Figuur 18: opspannen van transportsysteem*

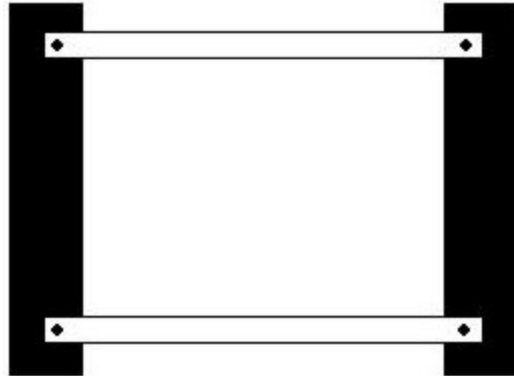


*Figuur 19: opspannen van transportsysteem in de praktijk*

### 3.3 Type transportsysteem

#### 3.3.1 Met platte riem

Ons eerste idee was om het transportsysteem te maken met een platte, rubberen riem en dwarslatten (zie figuur 20).

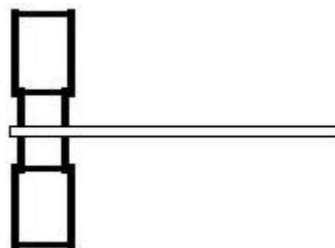


*Figuur 20: platte riem met dwarslatten*

Maar doordat er zich veel water in de omgeving van het transport systeem bevindt en riemen gemakkelijker slippen in een dergelijke omgeving is deze methode niet aan te raden.

#### 3.3.2 Met gewone ketting

Vervolgens kwamen we op het idee om met behulp van gewone kettingen (zoals fietskettingen) en dwarslatten het transportsysteem te construeren (zie figuur 21).

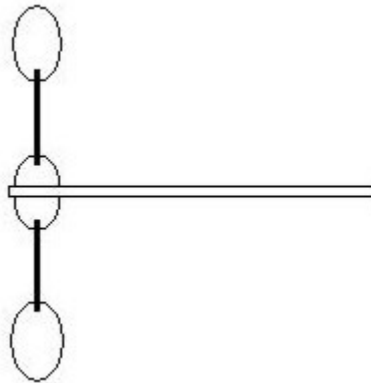


*Figuur 21: gewone ketting*

Maar gewone kettingen zijn ook niet geschikt om in een natte omgeving gebruikt te worden. Deze roesten te gemakkelijk en kunnen daarbij voor problemen zorgen. De schakels zouden vast kunnen lopen. Bovendien zijn deze kettingen relatief duur.

### 3.3.3 Met schakelkettingen

Tijdens ons bezoek aan de heer Zwaenepoel hebben we opgemerkt dat hij gebruik maakte van schakelkettingen en dwarslatten (zie figuur 22).



*Figuur 22: schakelketting*

Dit leek ons de simpelste en goedkoopste manier. Deze kettingen roesten ook niet en kunnen bijgevolg ook niet vastlopen. Ze zijn ook bestendig tegen grote krachten. Bovendien is de prijs goedkoper dan die van gewone kettingen.



*Figuur 23: de gebruikte schakelketting*



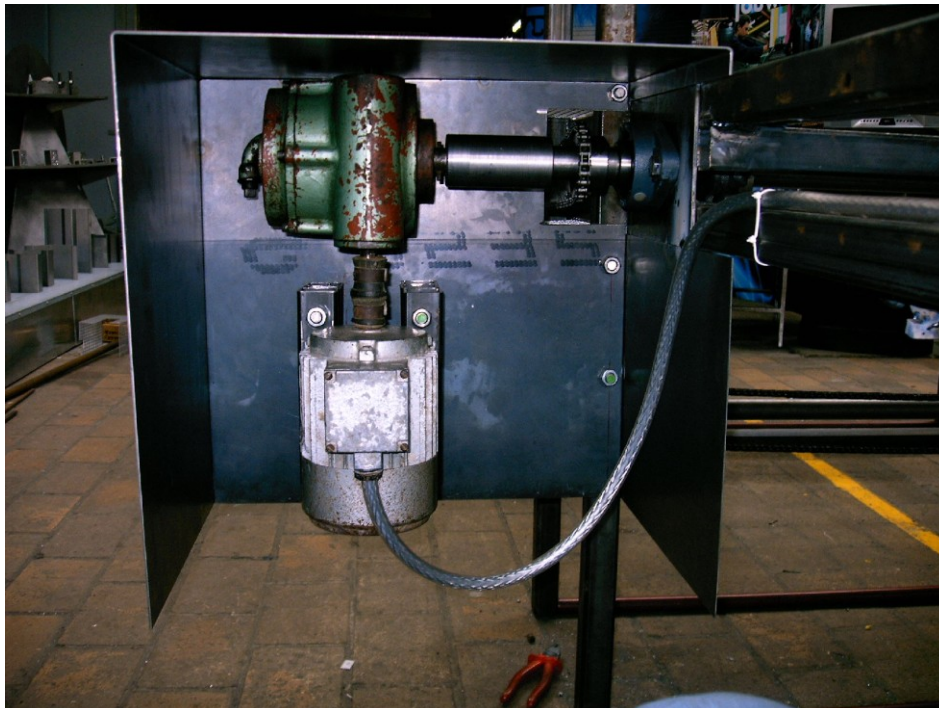
### 3.4 Aandrijving

#### 3.4.1 Elektrisch

De aandrijving van ons transportsysteem laten we elektrisch gebeuren.

Aan de ene zijde van het transportsysteem, de zijde waar de rooster opgelegd wordt, moet er een sensor voorzien worden. Dit om het transportsysteem telkens te doen stoppen bij een volgend latje om zo tot een goed resultaat te komen. De motor moet dus geschikt zijn om in stappen te kunnen functioneren.

De motor moet ook een toerentalreductie bezitten.



*Figuur 24: motor met reductie*

## **3.5 Lagers**

### **3.5.1 Keuze van het lagertype**

Ieder lagertype heeft specifieke eigenschappen waardoor het speciaal geschikt is voor bepaalde toepassingen. Algemeen geldende regels voor de keuze van het type zijn echter niet op te stellen aangezien meestal meerdere factoren in aanmerking moeten worden genomen en tegen elkaar dienen te worden afgewogen. De volgende aanwijzingen dienen dan ook om aan te geven welke gezichtspunten bij de lagerkeuze een belangrijke rol spelen en de beslissing ten gunste van het ene of het andere type kunnen vergemakkelijken.

- Er moet gekeken worden naar de beschikbare inbouwruimte.
- De belasting moet gekend zijn om vooral de grote van de lager vast te stellen.
- Bij scheefstelling van de as ten opzichte van het huis zijn zich instellende lagers vereist.

### **3.5.2 Wrijving**

In het algemeen is het aanloopweerstandsmoment tweemaal zo groot als de waarde voor het algemene wrijvingsmoment. Voor kegellagers van de series 313, 322 B en 323 B alsmede voor tontaatslagers is de aanloopweerstand groter.

### **3.5.3 Afdichtingen**

Bij lagers met slepende afdichting treedt nog extrawrijving op die door de afdichtingen wordt veroorzaakt en die in vele gevallen groter is dan de wrijving in het lager zelf.

### 3.5.4 Algemene lagergegevens

Fabrikanten en gebruikers van wentellagers zijn op grond van prijs, kwaliteit en vervanging geïnteresseerd in een beperkt aantal lagergrootten. De internationale organisatie voor standaardisatie ISO heeft daarom afmetingschema's opgesteld voor de hoofdafmetingen van metrische wentellagers.

In het ISO-systeem is bij iedere genormaliseerde boringmiddellijn een opklimmende serie van gestandaardiseerde buitenmiddellijnen vastgelegd. Binnen iedere middellijnserie bestaan verschillende breedteseries. De breedteseries van de radiale lagers komen overeen met de hoogteseries van de axiale lagers.

Door het samenvoegen van de middellijnseries met de bijbehorende breedte- of hoogteseries ontstaan de afmetingenseries. Deze worden met tweecijferige getallen aangeduid. Het eerste cijfer geeft aan de breedte- of hoogteserie, het tweede de middellijnserie.

In het nieuwe ISO-afmetingschema voor eenrijige metrische kegellagers zijn de hoofdafmetingen gegroepeerd voor bepaalde waarden van de contacthoek  $\alpha$ , aangeduid als de hoekseries. Al naar gelang van de verhouding tussen buitenmiddellijn en boringmiddellijn, en tussen de totale lagerbreedte en de hoogte van de lagerdoorsnede, zijn tevens middellijn- en breedteseries worden afmetingenseries verkregen. De afmetingenseries worden aangeduid door een combinatie van één cijfer dat de hoekserie aangeeft, en twee letters waarvan de eerst de middellijnserie en de tweede de breedteserie aangeeft.

De ervaring heeft geleerd dat met deze lagers het overgrote deel van alle ondersteuningsproblemen voor roterende machinedelen kan worden opgelost.

De in de lagertabellen vermelde afkantingsmaten zijn in overeenstemming met ISO 582-1979. Nominale maten worden niet meer aangegeven daar de nieuwe norm alleen de minimummaten voorschrijft. De toleranties voor de afkantingsmaten in radiale richting ( $r_1$ ,  $r_3$ ) zijn in het algemeen onveranderd gebleven terwijl de toleranties voor de afkantingsmaten in axiale richting ( $r_2$ ,  $r_4$ ) zijn vergroot om een gunstigere overgang van het aanligvlak naar het cilindrische oppervlak mogelijk te maken en daardoor de montage te vergemakkelijken. Voor axiale lagers zijn de toleranties in axiale richting gelijk aan die in radiale richting. De uitwisselbaarheid van lagers met de vroegere en de nieuwe afkantingsmaten is gewaarborgd indien de afkantingen bij de overgang van lagerzitting naar aanligvlak zijn uitgevoerd overeenkomstig met de aanbevelingen vermeld in bepaalde catalogussen.

De maat- en loopnauwkeurigheid van wentellagers zijn door ISO in normen vastlegt. Naast de normale toleranties (tolerantieklasse 0) zijn in de ISO-normen ook nauwere toleranties vastgelegd, b.v. de tolerantieklassen 6 en 5.

Onder lagerspeling verstaat men de afstand waarover de ene lagerring ten opzichte van de andere in radiale richting (radiale speling) of in axiale richting (axiale speling) van de ene uiterste stand in de andere zonder meetbelasting kan worden verplaatst.

In het algemeen is de speling van een lager voor de montage groter dan in het bedrijf. Deze spelingvermindering ontstaat doordat de lagerringen worden uitgerekt of samengedrukt ten gevolge van een vaste passing en een verschil in uitzetting tussen de lagerringen en de bijbehorende delen.

Voor het goed functioneren van een lager is in de eerste plaats de speling belangrijk. In het algemeen geldt dat voor kogellagers de radiale speling in bedrijfstoestand ongeveer nul moet zijn. Ook een geringe voorspanning heeft meestal geen schadelijke gevolgen. Bij cilinderlagers en tweerijige tonlagers moet daarentegen altijd een, zij het kleine, radiale speling overblijven. Hetzelfde geldt voor kegellagers. Wanneer een bijzonder starre ondersteuning wordt verlangd (b.v. voor rondselassen), worden kegellagers met een bepaalde voorspanning gemonteerd.

De normale lagerspeling is zodanig dat bij de gewoonlijk aanbevolen passingen en bij normale bedrijfsomstandigheden een doelmatige speling overblijft. Bij zeer afwijkende omstandigheden (b.v. vaste passing voor beide lagerringen, uitzonderlijke bedrijfstemperaturen) is afhankelijk daarvan een grotere of kleinere speling dan „Normaal” vereist. In dergelijke gevallen dient de na de montage resterende lagerspeling te worden gecontroleerd.

Voor gepaarde eenrijige hoekcontactkogellagers, tweerijige hoekcontactkogellagers en vierpuntslagers is i.p.v. de radiale speling de voor de constructeur meer van belang zijnde axiale speling opgegeven.

### **3.5.5 Axiale opsluiting van de lagers**

Een vaste passing zonder meer is onvoldoende voor de axiale opsluiting van een lagerring; onder alle omstandigheden is een doelmatige axiale opsluiting of boring van de ring noodzakelijk.

Bij vaste lagers moeten beide lagerringen aan beide zijden axiaal worden opgesloten. Indien lagers die niet uit elkaar kunnen worden genomen als los lager worden toegepast wordt alleen de ring met de meest vaste passing (gewoonlijk de binnenring) axiaal geborgd. De andere ring moet ongehinderd ten opzichte van de lagerzitting kunnen verschuiven.

Bij wederzijdse opsluiting is het voldoende elk van de ringen in slechts één richting op te sluiten.

Lagerringen die een vaste passing moeten hebben worden gewoonlijk aan een zijde tegen een borst op de as of in het huis gemonteerd. Aan de tegenovergestelde zijde wordt de binnenring in het algemeen door een asmoer met borgring of door een aan het kopvlak van de as bevestigde eindplaat opgesloten. De buitenring wordt meestal door een deksel of dikwijls ook door een moer met uitwendige draad tegen de borst in het huis opgesloten.

In plaats van een borst op de as of in het huis, worden ook vaak afstandsbussen of –ringen toegepast tussen de lagerringen of tussen een lagerring en het naastliggende machinedeel (b.v. een tandwiel). Bij assen bestaat bovendien nog de mogelijkheid een gedeelde ring in een groef in de as te leggen, die op zijn beurt door een ongedeelde ring of door de binnenring zelf wordt bijeengehouden.

De axiale opsluiting van wentellagers door middel van veerringen bespaart ruimte, maakt een snelle montage en demontage mogelijk en vereenvoudigt de bewerking van as en huis. Wanneer grote axiale krachten moeten worden overgebracht, wordt tussen de lagerring en de veerring een steunring aangebracht om zodoende de veerring minder sterk op buiging te belasten. De altijd tussen veerring en groef aanwezige axiale speling kan zonodig door een geschikte tolerantie te kiezen voor de steunringbreedte of door vulplaatjes worden verkleind.

Lagers met een groef in de buitenring kunnen met behulp van een veerring op een zeer eenvoudige en ruimtebesparende wijze als vast lager worden gemonteerd.

Bij montage van lagers met conische boring, direct op een conische tap, wordt het lager meestal opgesloten met behulp van een moer op de as of met een moer die op een gedeelde, in de as ingelaten draadbus wordt geschroefd. Bij montage met behulp van een trekbus wordt de lager met de bijhorende moer geborgd. Wanneer lagers met klembussen zonder vaste aanslag op een gladde as worden bevestigd is de toelaatbare axiale belasting afhankelijk van de wrijving tussen as en bus.

Bij lagers met drukbussen wordt de bus na de montage met een asmoer of een eindplaat axiaal geborgd. De binnenring ligt aan tegen een afstandsring die meestal als labyrintring is uitgevoerd.

### **3.5.6 Afdichting**

Lagers moeten door geschikte afdichtingen worden beschermd (door enkelvoudige afdichtingen of combinaties van afdichtingen) om het binnendringen van verontreinigingen of vocht te verhinderen en tevens om verlies van smeermiddel te voorkomen. De doelmatigheid van de afdichting is van doorslaggevende invloed op de gebruiksduur van een lager.

Bij de keuze van een doelmatige lagerafdichting spelen vele factoren een rol: de soort smering (olie- of vetsmering), de omtreksnelheid ter plaatse van de afdichtende vlakken, eventuele scheefstelling van de as, beschikbare ruimte, de wrijving van de afdichting en de daaruit voortvloeiende temperatuurstijging, de kosten die ermee zijn gemoeid enz.

---

Voor de afdichting van wentellagers kunnen twee soorten afdichtingen worden toegepast: niet-slepde en slepende afdichtingen.

### **3.5.7 Montage en demontage**

Vakkennis en zindelijkheid zijn bij de montage van wentellagers voorwaarden voor het storingsvrij functioneren van de lagers. De montage dient in een stofvrije, droge ruimte te geschieden. Deze ruimte mag zich niet in de buurt van verspanende gereedschapswerktuigen of stof veroorzakende machines bevinden.

Slagen direct op de lagerringen, kooien of rollichamen moeten te allen tijde worden vermeden aangezien hierdoor het lager wordt beschadigd. De montagekrachten mogen niet via de rollichamen worden overgebracht. Voor de montage dienen de lagerzittingen licht te worden ingeolied.

Wanneer de lagers na demontage opnieuw moeten worden gebruikt, mogen de demontagekrachten nooit via de rollichamen worden overgebracht. Bij lagers die niet uit elkaar kunnen worden genomen wordt eerst de ring met de meest losse passing gedemonteerd. Voor het demonteren van de lagerring die met een vaste passing is ingebouwd worden, al naar gelang lagertypen en –grootte, de volgende nader beschreven gereedschappen en hulpmiddelen toegepast.

### 3.5.8 Y-blokken

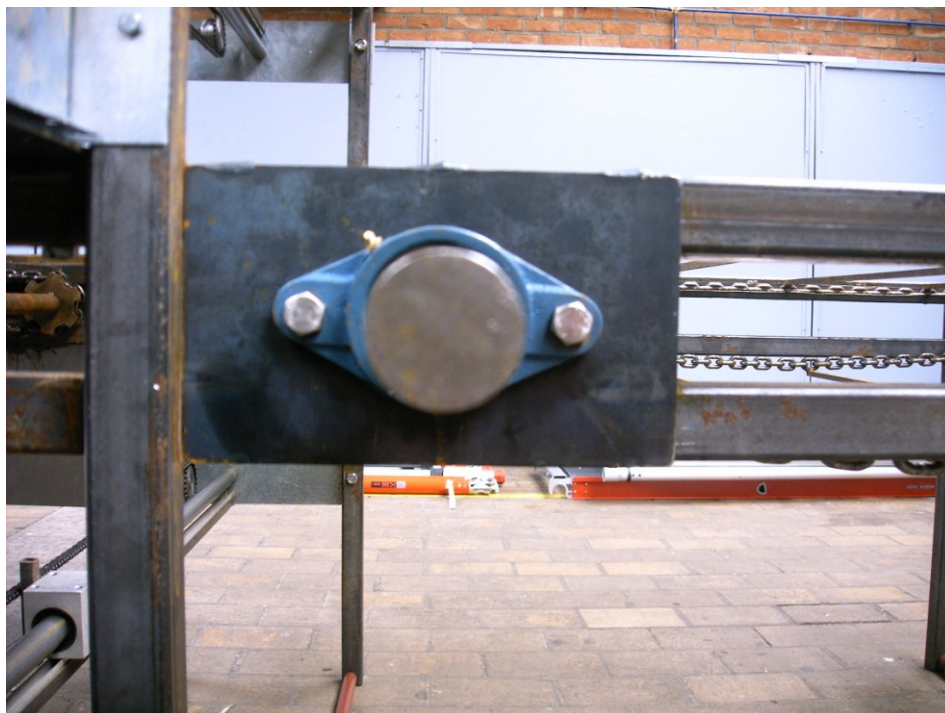
Door toepassing van Y-blokken kunnen eenvoudige en kostenbesparende lagerconstructies worden verkregen. Door hun speciale uitvoering zijn zij vooral geschikt voor toepassingen in landbouwwerktuigen, bouwmachines, transportinrichtingen, ventilatoren en in machines voor de levensmiddelen- en verpakkingsindustrie. Zij bestaan uit een Y-lager (een groefkogellager in speciale uitvoering) en een Y-lagerhuis van (grijs) gietijzer of plaatstaal.

SKF Y-blokken zijn leverbaar in velerlei uitvoeringen en combinaties en bestrijken daardoor een ruim toepassingsgebied.

Y-blokken kunnen vrij grote uitlijningsfouten opnemen maar laten geen axiale verschuivingen toe zodat zij niet als losse lagers kunnen worden gebruikt. Zij kunnen derhalve alleen worden toegepast in constructies waarbij door een geringe hartafstand tussen de lagers of door een flexibel machineframe een ontoelaatbare axiale verklemming ten gevolge van thermische lengte-uitzetting van de as wordt vermeden.



*Figuur 25: lagerblokken op de roosterreiniger*



*Figuur 26: Y-blokken op de roosterreiniger*



## 4 Constructie van de roosterreiniger

### 4.1 Constructie van het frame

Op maandag vijf april 2004 startten we met de uiteindelijke constructie van de roosterreiniger. Als eerste taak moesten we het frame construeren.

Het materiaal dat nodig was voor het frame (vierkant buizenprofiel 40x40) hadden we de week erop gekocht in Metaalhandel Hemeryck-Heindryckx te Ruddervoorde, de vaste leverancier van onze school. De profielen worden per zes meter verkocht en dus hebben we 48 meter aangeschaft, zo hebben we nog een marge. Om de profielen te kunnen vervoeren werden ze op aanwijzingen van ons ter plaatse in kleinere onderdelen opgesplitst door middel van een schijf. Omdat dit niet zo nauwkeurig is hebben we deze onderdelen iets groter laten schijven. Op school zullen we dan met behulp van de cirkelzaag de gewenste nauwkeurigheid bekomen.



*Figuur 27: de ruwe profielen*

In de laswerkplaats hebben we dus allereerst de profielen op de gewenste maat gebracht met de cirkelzaag. Daarna moesten de zaagranden aan de profielen ontbraamt worden door middel van een vijl.



*Figuur 28: op maat brengen van de profielen*



*Figuur 29: afbramen van de profielen*

Enmaal de profielen op maat zijn kunnen we de twee zijkanten van de machine alvast 'punten'. Dit punten houdt in dat we de profielen op de juiste plaatsen op elkaar leggen en op de raakpunten een kleine las leggen, bijna enkel eens met de punt van de laseenheid het metaal aanraken.

Hierdoor hangen de profielen echter nog niet sterk aan elkaar maar dit zal het uiteindelijke laswerk veel vergemakkelijken. De verschillende profielen hangen nu immers op de juiste plaatsen aan elkaar vast waardoor men bij het uiteindelijke lassen enkel de verschillende profielen vast moet lassen in plaats van eerst nog de juiste plaats van alle profielen te gaan zoeken.



*Figuur 30: de juiste plaatsen voor de profielen afmeten*



*Figuur 31: punten van de constructie*



*Figuur 32: de gepunte constructie*

Op zaterdag 10 april heeft Francis Reynaert, schoonbroer van Pieter Vandekerckhove ons geholpen met het frame vast te lassen. Dit belooft niet simpel te worden, want het frame is bijna 5 meter lang en anderhalve meter breed. Tijdens het lassen vervormen de profielen namelijk, het zogenaamde ‘trekken’ van het staal. Deze vervorming moet zo klein mogelijk gehouden worden, maar bij lange constructies hebben zelfs kleine vervormingen grote afwijkingen tot gevolg. Tijdens het lassen moest dus daar extra zorg aan gedragen worden.

Allereerst hebben we de twee zijkanten van de roosterreiniger, die eerder al gepunt waren vast gelast. Doordat alles al gepunt was spaarden we tijd uit omdat we niet de juiste plaats van de profielen moesten opzoeken. Bovendien is het gevaar op vervorming bij de zijkanten kleiner.



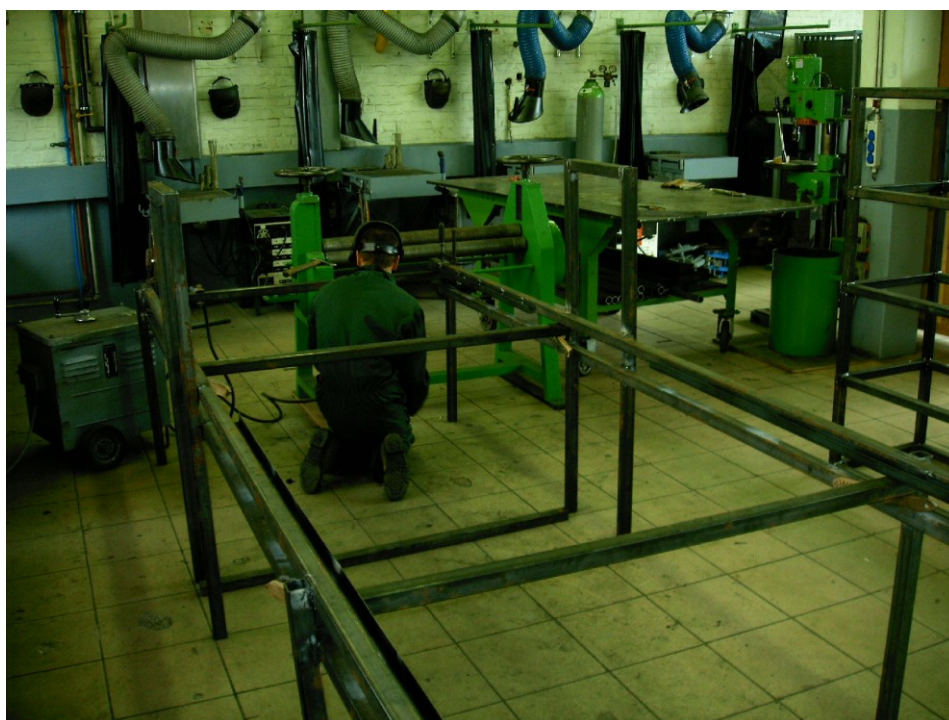
*Figuur 33: lassen van de zijkanten*

Nadat de zijkanten van de roosterreiniger gelast waren moesten de lassen ‘opgezuiverd’ worden. Dit opzuiveren houdt in dat de bescherm laag van de lasnaden geklopt wordt en dat het teveel aan toevoegmiddel met behulp van een schijfstoestel verwijderd wordt.



*Figuur 34: opzuiveren van de lasnaden*

Hierna kwam het moeilijkste werk, namelijk de twee zijkanten van de machine aan elkaar verbinden met de dwarsbalken. De twee aparte stukken waren gelukkig niet al te veel vervormd waardoor we de evenwijdigheid konden behouden. De poten waren echter wel krom getrokken waardoor we dwarsbalken hebben moeten gebruiken om deze op de juiste afstand van elkaar te dwingen.



*Figuur 35: lassen van de dwarsbalken*

Ook dit werk is uiteindelijk gelukt. Het frame van de machine was compleet aan elkaar gelast zonder al te grote vervormingen.



*Figuur 36: de gelaste constructie*



*Figuur 37: de voorkant van het frame*

## 4.2 Extra info over het lassen

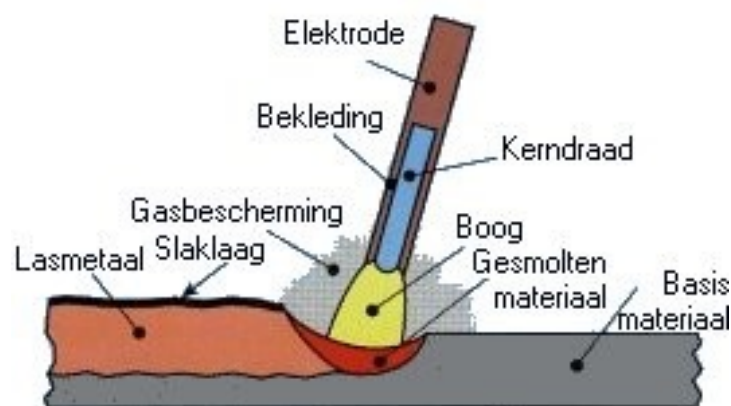
Om de constructie aan elkaar te lassen hebben we gebruik gemaakt van het lasprocédé met beklede elektroden. We zullen hier even kort uitleggen hoe dit in zijn werk gaat.

Lassen is het aan elkaar verbinden van twee of meer stukken materiaal door middel van warmte en/of druk. Hierbij kan eventueel een toevoegmateriaal worden gebruikt. Bij lassen versmelt het moedermateriaal, bij solderen gebeurt dit niet.

Het grote voordeel van lassen is dat er een homogene, solide verbinding ontstaat. Het nadeel is dan weer dat de constructie niet demonteerbaar is en dat er kans op vervorming bestaat, iets wat men bij montageverbindingen (vastschroeven) niet heeft.

Bij het lassen met beklede elektrodes wordt er een grote stroom door de elektrode gestuurd die opgewekt wordt door een lastransformator. Om een stroomgeleiding te bekomen wordt er een negatieve klem aan het te lassen metaal bevestigd, de elektrode doet dienst als positieve klem. De grote stroom verwarmt het metaal en doet het contactpunt van de laselektrode met het metaal smelten. Deze smeltmateriaal doet dienst als toevoegmiddel en stolt bijna onmiddellijk waardoor de twee stukken metaal aan elkaar verbonden zijn.

De buitenkant van de elektrode bestaat uit een andere soort stof die, niet zoals de kern van de elektrode dienst doet als toevoegmiddel maar als bescherming tegen oxidatie. Deze stof vormt namelijk op de lasnaad een beschermlaagje (de slaklaag) tegen de zuurstof die aanwezig is in de lucht waardoor een versnelde oxidatie van de lasnaad door de hoge temperatuur niet mogelijk is. Nadien moet dit beschermlaagje wel verwijderd worden, het zogenaamde opzuiveren van de lassen zoals beschreven in de voorgaande paragraaf.



*Figuur 38: lasproces met beklede elektroden*



### 4.3 Montage van de onderdelen

Na het lassen van het frame moesten de verschillende losse onderdelen gemonteerd worden op het frame. We begonnen met het plaatsen en positioneren van de assen voor het transportsysteem en de opspanplaten.

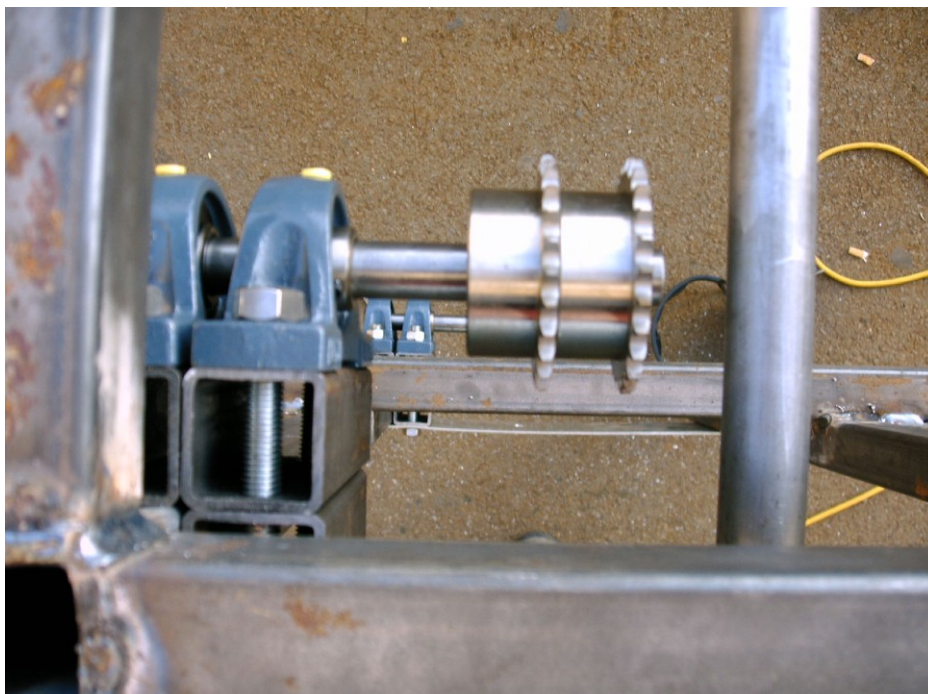


*Figuur 39: positioneren van de assen*

Daarna hebben we de platen voor de glijassen van het blokje bevestigd, evenals de rollagers en kettingwielen.



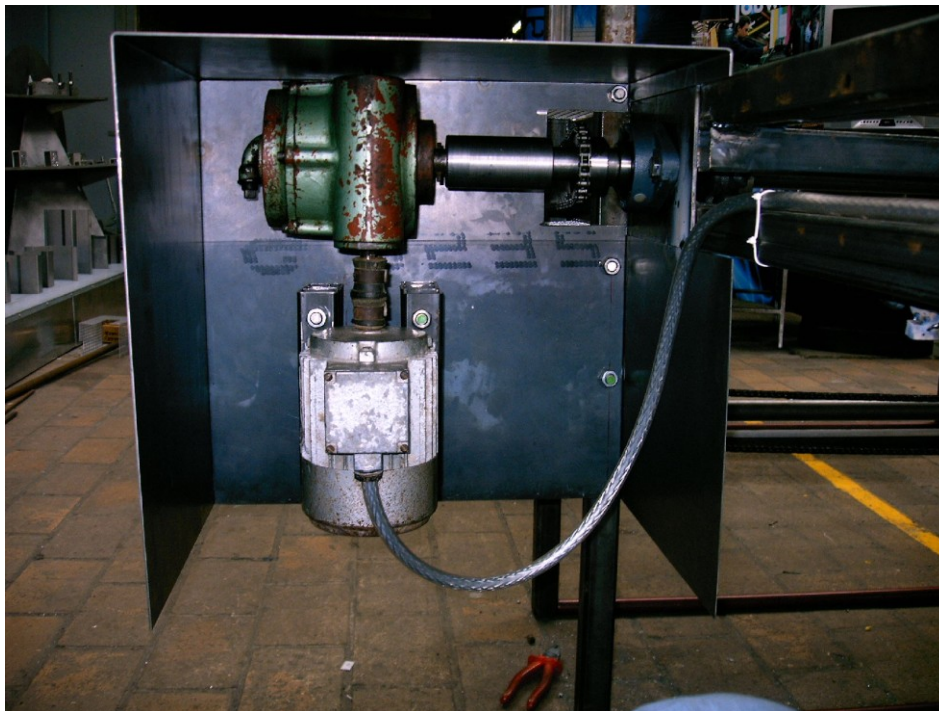
*Figuur 40: bevestigen van platen*



*Figuur 41: positioneren van de rollagers*

Nadat de bevestiging van de ophangingplaten, assen en rollagers was voltooid kwam het grote werk om de kettingen, loopblokjes en aandrijvingen te monteren. De kettingen dienden op maat te worden gemaakt en voorzien te worden van een sluitschakel. De kettingen van het sproeikopsysteem dienden bovendien voorzien te worden van een dubbele schakel om zo het loopblokje mee te kunnen nemen.

De motor en reductie voor het transportsysteem werden bevestigd op de plaat en aan de as gekoppeld door middel van een koppelbus. Bemerkt ook het tandwiel die de twee transportsystemen aan elkaar koppelt.



*Figuur 42: motor en reductie van het transportsysteem*

De motor om de sproeikoppen aan te drijven was al voorzien van een reductie en moest aldus enkel gemonteerd worden.



*Figuur 43: motor met reductie voor aandrijving sproeikoppen*



*Figuur 44: verbinden van het sproeikopsysteem met de aandrijfmoter*

Dan restte ons enkel nog de montage van de sproeikoppen. Die waren op maat gemaakt voor het loopblokje en konden onmiddellijk gemonteerd worden.

#### 4.4 Testopstelling

Op de opendeurdag van het VTI Torhout (31 mei 2004) hebben we de roosterreiniger gedemonstreerd met onderstaande testopstelling. Deze bestond uit een freeskop bovenaan. De elektrische sturing was echter nog niet aanwezig waardoor het transportsysteem continu bleef draaien. Niettemin zag men de roosterreiniger in werking en zagen ook wij ons harde werken beloond.



*Figuur 45: testopstelling met spuitkop op loopblokje*



*Figuur 46: roosterreiniger in actie op de opendeurdag van het VTI*

---

## 5 Besluit

Gedurende het ontwerpen, construeren en testen van de roosterreiniger hebben we een enorme schat aan informatie opgedaan. Niet alleen over de theoretische gedeeltes zoals lagers, elektromotors, soorten staal, ... maar vooral over het praktische gedeelte zoals de knelpunten bij de constructie, lassen, montage. We hebben (terug) leren werken met verscheidene machines in de werkplaats van de school, zoals draaibanken, freesbanken, kolomboormachines, broodstafels, ... Iets wat ons tekort aan praktische lessen meer dan goed heeft gemaakt.

Vooraf van onze mentor, de heer Verhaeghe hebben we veel bijgeleerd. Hij stond altijd klaar met raad en daad en heeft samen met ons tot diep in de nacht gewerkt aan de roosterreiniger. Zowel op theoretisch als op praktisch vlak was hij de grootste hulp die men zich kan inbeelden.

Toen de assemblage van de machine uiteindelijk compleet was en we de roosterreiniger konden demonstreren aan de bezoekers op de opendeurdag van onze school, het VTI te Torhout was onze voldoening des te groter.

Met de roosterreiniger kunnen we nu de taken van de familie Laveyne – Cordier tenminste iets makkelijker maken. Het lastige en langdurige karwei van manueel de roosters reinigen hoort nu tot het verleden.

## **6 Dankbetuiging**

Graag bedanken wij:

**Onze mentor, de heer Dirk Verhaeghe**, voor het vele werk en bijstand die hij in onze geïntegreerde proef gestopt heeft. Zonder hem zou het nooit gelukt zijn.

**De heer Francis Reynaert**, voor het vele laswerk aan de constructie.

**De heer Luc Decock**, voor het leveren van de onderdelen en vele praktische tips.

**Onze ouders**, voor de steun en bijstand die ze leverden.

**De praktijkleerkrachten**, die ons hebben geholpen met het lassen en frezen.

**De heer Baekeland en de heer Desimpelaere**, voor de nuttige wenken op het gebied van elektrische installatie.

**De heer Patrick Zwaenepoel**, voor het demonstreren van zijn zelfgebouwde roosterreiniger.

**Onze klasgroep 614**, voor het vele hefwerk dat ze hebben verricht.



## 7 **Bijlagen**

Stukkenlijst

Logboek

Cataloog

Foto's

CAD tekeningen

1. Volledige roosterreiniger, zijaanzicht
2. Volledige roosterreiniger, bovenaanzicht
3. Eerste deel roosterreiniger, zijaanzicht
4. Tweede deel roosterreiniger, zijaanzicht
5. Eerste deel roosterreiniger, bovenaanzicht
6. Tweede deel roosterreiniger, bovenaanzicht
7. Detail 1: asophanging volgas
8. Detail 2: asophanging drijf-as
9. Detail 3a: asophanging glijas bovenaan
10. Detail 3b: asophanging glijas onderaan
11. Sproeikoppensysteem
12. Detail sproeikoppensysteem
13. Detail asjes voor sproeikoppensysteem
14. Loopblok
15. Bevestigingssysteem sproeikoppen
16. Detail bevestigingssysteem sproeikoppen (arm 1)
17. Detail bevestigingssysteem sproeikoppen (arm 2)
18. Detail U-profiel voor bevestiging van de sproeikoppen
19. Koppelbus
20. Detail drijf- en volgas