



# LEVEN OP KLEINE VOETA**AFDRUK**

wonen 2020, de uitdaging

© Architectuurstudio Robert Boxem & architect Ellen Vossebeld

## *Inleiding*

*LEVEN OP KLEINE VOETA***AFDRUK** is tot stand gekomen naar aanleiding van de vraag van de Gemeente Borne om een duurzame woning te ontwerpen. Deze duurzame woning is ontworpen voor kavel 20 van het 'Wilde Wonen' in de nieuwbouwwijk de Bornsche Maten. Er is een woning ontworpen van 154 m<sup>2</sup> (583 m<sup>3</sup>) met 3 slaapkamers.

*LEVEN OP KLEINE VOETA***AFDRUK** is het resultaat van een samenwerking tussen:

- Architectuurstudio Robert Boxem
- Architect Ellen Vossebeld
- Energietechnoloog Henk Boenink

## Uitgangspunten

De uitgangspunten voor *LEVEN OP KLEINE VOETAFDruk* zijn tweeledig. Enerzijds is er getracht een technisch duurzame woning te ontwerpen. Anderzijds mocht dit technische duurzaamheidsaspect geen negatieve gevolgen hebben voor de esthetische kwaliteit van de woning. Echte duurzaamheid creëer je immers niet alleen met techniek; Een technisch duurzame woning die niet mooi is en waarin aangenaam leven onmogelijk is, is uiteindelijk verre van duurzaam.

Voor *LEVEN OP KLEINE VOETAFDruk* was het combineren van duurzaamheid en esthetiek dus belangrijk. Toch hebben we getracht een stap verder te gaan, want alleen het combineren van duurzaamheid en esthetiek is niet genoeg;

Wij denken dat het ene uitgangspunt zo moet worden ingezet, dat het het andere uitgangspunt versterkt en vice versa. Er moet een kruisbestuiving ontstaan.  $1+1=3$ . Dit was voor ons de grootste uitdaging.

## Energie

Het ontwerp is qua energiehuishouding gebaseerd op vier pijlers:

1. Bouwmaterialen met een zo laag mogelijke ecologische voetafdruk.
2. Compensatie van de voetafdruk van de voor de bouw benodigde materialen, inclusief de zonnepanelen.
3. Eigen opwekking van de energie voor warmwatervoorziening en verwarming.
4. Eigen opwekking van de energie voor de dagelijkse mobiliteit.

Hiermee legt het ontwerp voor de bewoners de basis voor een levensstijl met minimale ecologische voetafdruk.

## Architectuur

Het architectonische ontwerp is gebaseerd op een sterke, simpele en herkenbare vorm. Overige uitgangspunten waren:

1. pure en eenvoudige plattegronden
2. sterke relatie tussen de woonruimtes en de tuin.
3. open aan de zuidzijde, dicht aan de noordzijde.
4. comfortabele ruimtes met voldoende daglicht.
5. keuken centraal in het huis.

## Ontwerp

De woning is ontworpen voor het 'Wilde Wonen' in de nieuwbouwwijk de Borsche Maten. Er is bewust gekozen voor kavel 20 vanwege de gunstige ligging ten opzichte van de zon. Het kavel is in de lengte in oost-west georiënteerd. Dit geeft veel mogelijkheden voor een groot zuidgericht dak met zonnepanelen.

Een groot zuidgericht dak is het vertrekpunt geweest voor het ontwerp. Door dit dak volledig te voorzien van zonnepanelen wordt het mogelijk, om binnen een termijn van 25 jaar, de energie benodigd voor de bouw van het huis ook weer op te wekken. Daarnaast wordt ook in de 'dagelijkse' energiebehoefte voorzien. *(berekening in bijlage)* Dankzij de zonnepanelen is een woning met een minimale ecologische voetafdruk gecreëerd.

Voor de zonnepanelen is een nieuw systeem gebruikt dat is ontwikkeld door Droste Kleinbouw BV. uit Hengelo. In dit systeem liggen de zonnepanelen niet, zoals te doen gebruikelijk, op de dakbedekking, maar wordt de dakdichting door de zonnepanelen zelf verzorgd. De panelen vervangen derhalve de dakpannen. Naast de kostenbesparing voor dakbedekking geeft dit vooral ook een fraaier architectonisch beeld. Het dak is dus een groot vlak van alleen zonnepanelen en niet een normaal dak met her en der panelen daar boven op.





Naast de energieopwekking van de zonnepanelen zorgt het dak doormiddel van zijn grote overstekken aan de zuidzijde ook voor energiebesparing. In de winter schijnt de zon onder de overstekken door, de woonruimte in. In de zomer schijnt de zon juist niet binnen. Dit zorgt voor een behaaglijk binnenklimaat en aanzienlijke besparing van energie voor verwarming in de winter en van energie voor koeling in de zomer.

Alleen dakoverstekken aan de zuidzijde zijn natuurlijk niet genoeg om een behaaglijk binnenklimaat te creëren. Er zijn 40 cm dikke, goed geïsoleerde, muren toegepast.

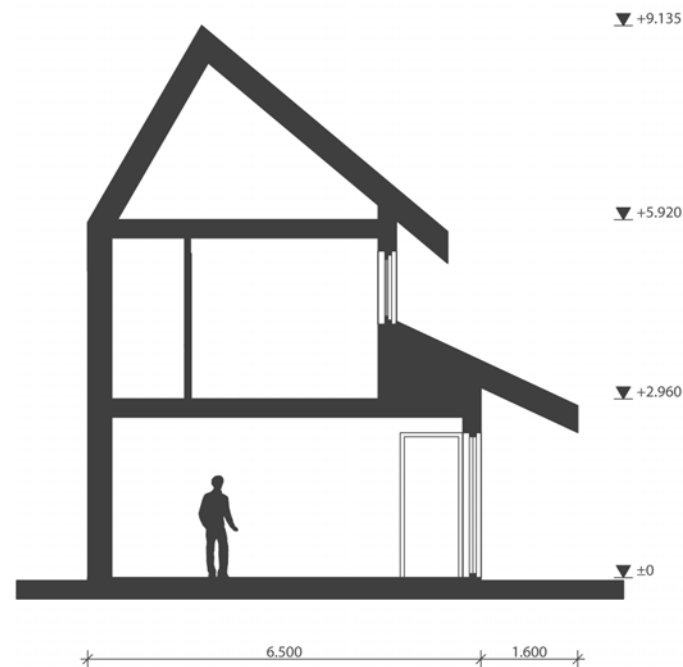
De 'formele' gevels aan de noord- en oostzijde zijn bijna geheel gesloten. De 'informele' gevels aan zuid- en westzijde zijn voorzien van meer gevelopeningen, die gericht zijn op de tuin.

De constructie is vervaardigd uit prefab elementen van kruislaaghout. Deze elementen worden gemaakt uit kunstmatig gedroogde, kruislings verlijmde lagen van vurenhout. Door het verlijmen onder hoge persdruk kunnen de elementen grote krachten opnemen en wordt het 'werken' van het hout tot een minimum beperkt.

Omdat de leverancier een prefab bouw pakket aflevert, kan het casco binnen een week gemonteerd worden. Daarna kan meteen worden begonnen met de buitenschil en de afbouw. Naast de verkorte bouw tijd heeft een massief houten casco meer voordelen:

De constructieve elementen zijn toepasbaar als vloer, wand en dak. Daarnaast is afwerking aan de binnenzijde niet noodzakelijk. De elementen zijn dampopen, waardoor er een aangenaam binnenklimaat ontstaat. Omdat de productie van hout onderdeel is van de zogenaamde korte koolstof cyclus levert deze constructiemethode vrijwel geen ecologische voetafdruk op.

Voor de isolatie is ook een materiaal gekozen dat deel uit maakt van deze cyclus. Vlasisolatie is een natuurlijk materiaal dat een groot warmteaccumulerend vermogen heeft.



doorsnede

De buitenzijde is bekleed met gevelelementen van Ceranex. Dit zijn nieuwe gevelelementen (planken en leien) vervaardigd uit 100 % natuurlijk materiaal.

Uit de vezelfractie van de aubergine plant en een geopolymeer is een product gemaakt dat volledig recyclebaar, weerbestendig, kleurvast en makkelijk te bewerken is. Daarnaast is het erg brandveilig en onderhoudsarm. Dit product is een goed en duurzaam alternatief voor houten gevelbekleding, omdat het niet geschilderd hoeft te worden.

De Ceranex gevelelementen zijn in het ontwerp op twee manieren toegepast. Op de gevel en dak aan de noordzijde zijn donker grijze leien toegepast, die samen met de donkere zonnepanelen één schil vormen. De binnenzijde / onderkant van deze schil en overige gevels wordt bekleed met houtkleurige latten van Ceranex.

Wat nog meer opvalt in de doorsnede is de knik die in het dak zit. De knik zorgt voor een sterke en herkenbare vorm en verwijst naar de knik in het dak die bij veel oude Saksische boerderijen in Twente te vinden is.

Door doormiddel van de knik het onderste deel van het dak minder steil te leggen, ontstaat er meer ruimte onder de dakoverstekken.

De donkere schil is op de oost- en de westgevels als rand extra dik aangezet, om de herkenbare vorm van het huis nog eens te versterken. Deze dikke rand is een moderne interpretatie van de windveren die een link legt met de historische bebouwing van Twente. Tevens kunnen de latjes op de gevel worden gezien als een hedendaagse versie van de houten geveltoppen. De geabstraheerde vorm, de moderne windveren en houten geveltoppen als verwijzingen naar de Saksische boerderijen zorgen voor een duurzame verankering van de woning in zijn omgeving.

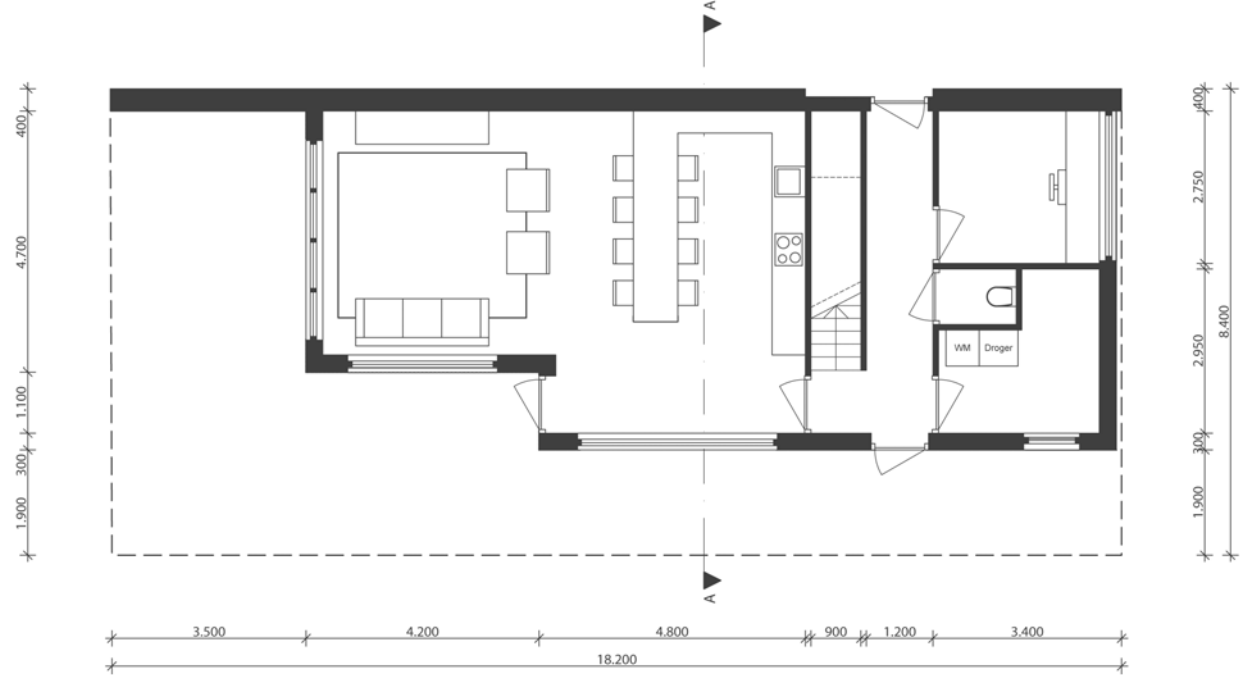


De plattegronden zijn zo eenvoudig en puur mogelijk vormgegeven. De begane grond is opgebouwd uit twee assen. De eerste as omvat de hal en de trap. De voordeur ligt aan de 'formele' en dichte noordzijde van het huis. Bij binnenkomst is er via deze as meteen zicht richting de open en 'informele' kant van de woning en de tuin.

De tweede as staat haaks op de eerste as en loopt langs de hele zuidzijde van de woning. Langs de tweede as liggen achtereenvolgens: de keuken, de zithoek, het overdekte terras, de vijver en het schuurtje. Deze tweede as verdeelt de tuin ook in een 'formeler' gedeelte aan de noordzijde en een 'informeler' deel aan de zuidzijde.

De keuken neemt een centrale plaats in binnen het huis. De keuken is ontworpen als een plek waar de hele dag wordt geleefd. Er wordt niet alleen gekookt en gegeten, maar ook huiswerk maken, werken, spelletjes spelen, knutselen en andere activiteiten zijn hier mogelijk. Belangrijk hiervoor is de grote tafel die via een kastenwand uit de keuken voortvloeit. De tafel is gemaakt van het zelfde massieve hout als de constructie. Vanuit de keuken is er zicht op de tuin door een groot vast raamkader.

De zithoek is geplaatst aan het grote overdekte terras. Grote openslaande deuren zorgen hier voor veel licht en het gevoel dat de ruimte doorloopt naar buiten toe. De ramen worden voorzien van kunststof kozijnen met 3-dubbel HR++ glas. Deze zijn naar onderhoud toe het type kozijn met de kleinste voetafdruk.



*plattegrond begane grond*

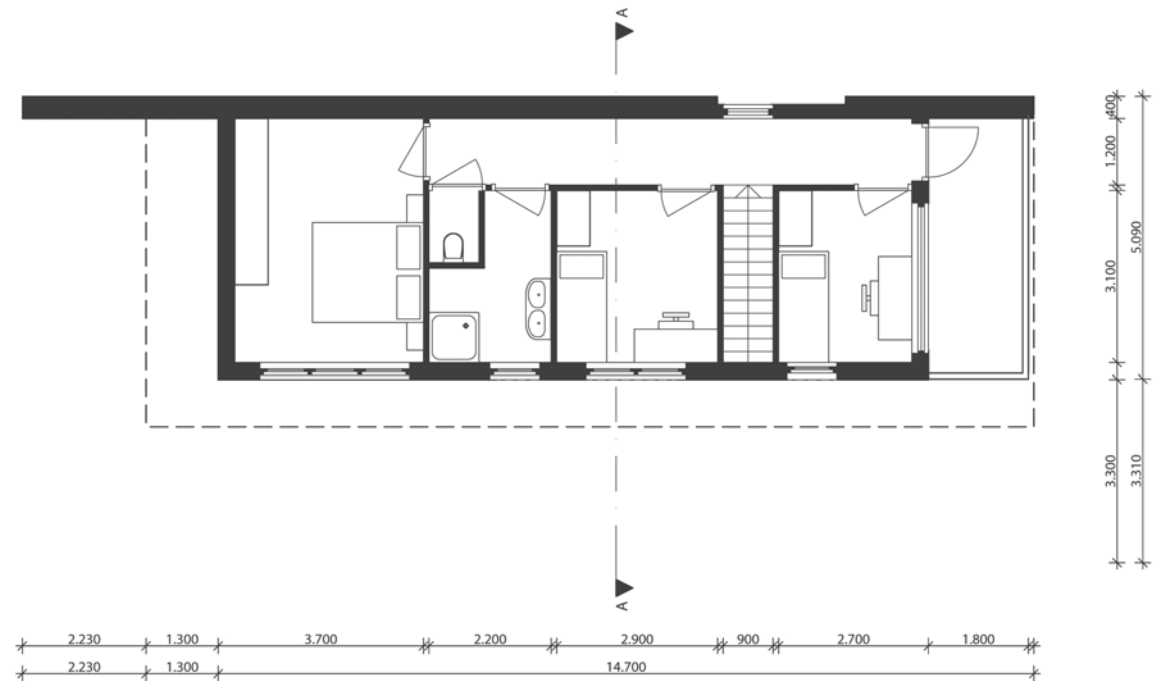




Achter de bank is een hoger geplaatst horizontaal raam dat zorgt voor een gevoel van beschutting. Toch komt er hierdoor nog wel veel licht binnen. De vloer van op de begane grond is van gepolijste beton, voorzien van vloerverwarming.

Aan de andere zijde van de hal zijn een kantoor, een toilet en een bijkeuken voorzien. Deze ruimtes zijn eventueel in toekomst samen te voegen tot een slaapkamer en badkamer op de begane grond.

De verdieping is opgebouwd langs een derde as. Deze as loopt langs de noordelijke gevel en ontsluit een ouderslaapkamer, twee kinderkamers en een balkon. Ook de badkamer en een apart toilet liggen aan deze as.



*plattegrond eerste verdieping*

## Energie

De uitgangspunten wat betreft energie voor *LEVEN OP KLEINE VOETAFDruk* leggen voor de bewoners de basis voor een levensstijl met minimale ecologische voetafdruk.

De gunstige oriëntatie in functie van de zonnepanelen, de dakoverstekken en de dikke laag vlisolatie zijn eerder al uitvoerig aan bod gekomen. Andere technieken en principes worden hieronder uitgelegd.

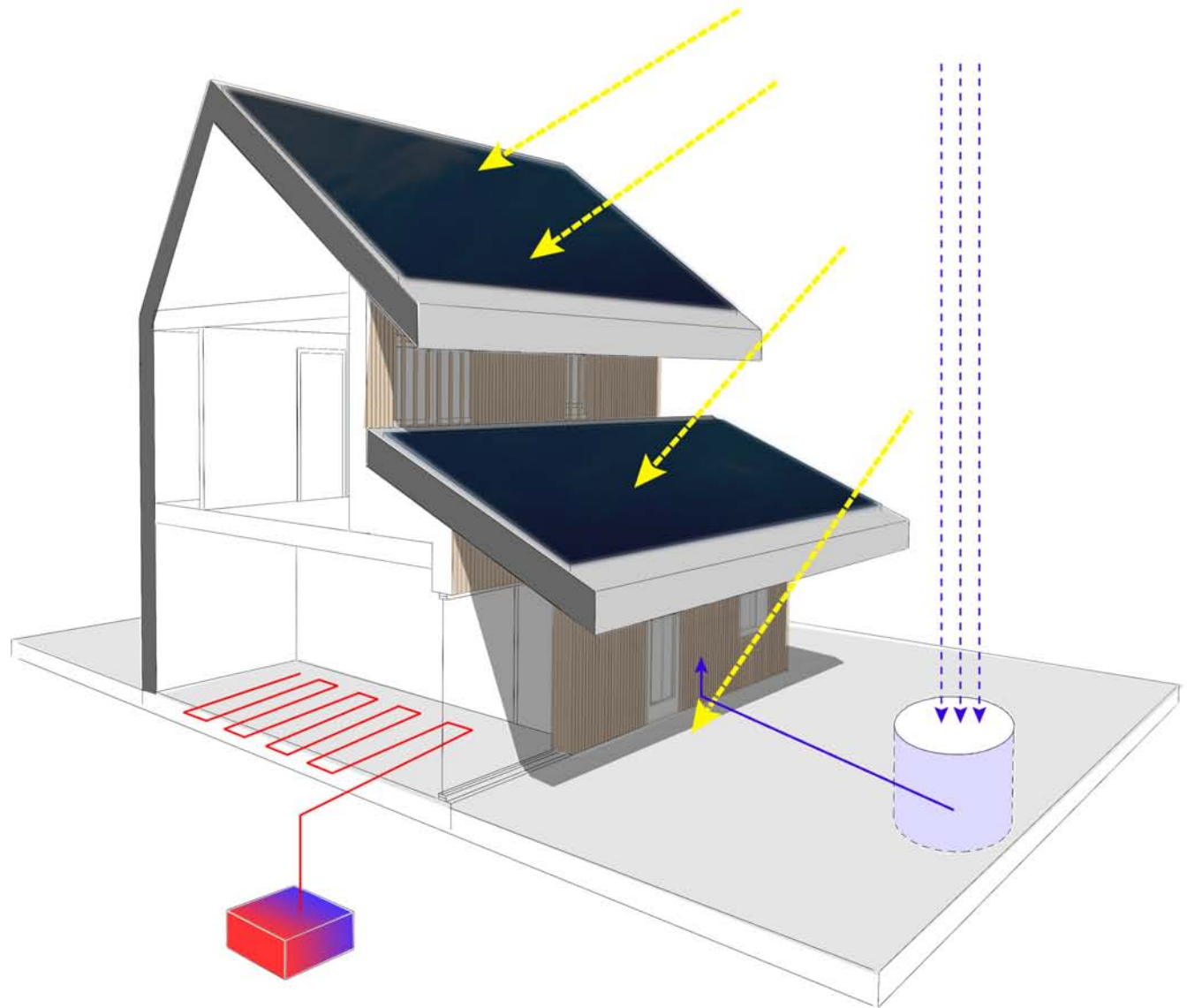
### *De warmtepomp*

Er is gekozen voor een brine-water warmtepomp in combinatie met een ruim bemeten vloerverwarming, omdat dit de hoogste arbeidsfactor levert (COP 4,5).

Als bèta factor (vollasttijd) is gekozen 0,9. Gebruikelijk is 0,8. De warmtepomp wordt hierdoor iets groter cq duurder, maar er is minder elektriciteit nodig voor het elektrisch bijverwarmen. Bij de huidige lage langetermijn rentestand is dat goed terug te verdienen.

Het betekent dat de warmtepomp in 98% van de warmtebehoefte voorziet, en de elektrische bijverwarming 2%.

De warmtepomp maakt daarmee 1800 vollasturen.



De transmissieberekening voor de woning is (nog) niet gedetailleerd uitgevoerd, maar een eerste schatting levert op dat er een warmtebehoefte is van 17000 kWh/a.

Zie verder de berekening in de bijlage

Voor de ventilatie wordt uitgegaan van centrale luchtafzuiging met warmtewisselaar tegen de ingezogen lucht.

### **Bouwmaterialen**

De diverse niet duurzame bouwmaterialen (beton, glas en kunststof kozijnen) hebben een éénmalige fabricage en transport footprint van ongeveer 25.000 kWh.

Daarnaast hebben de zonnepanelen een eenmalige fabricage en transport footprint van ongeveer 200.000 kWh.

Deze voetafdruk 'schrijven we af' over 25 jaar; Zie ook hier verder de bijlage.

### **Regenwaterput**

Al het regenwater dat op het dak valt wordt opgevangen in een regenwaterput. Dit water wordt hergebruikt voor het spoelen van het toilet, voor de wasmachine en voor de buitenkraan. De aansluitingen hiervoor zitten allen in of rondom de bijkeuken, zodat dit extra leidingnet compact gehouden wordt. Het hergebruik van regenwater bespaart niet alleen

schoon drinkwater, ook het rioleringsnet wordt ontlast omdat het minder regenwater hoeft af te voeren.

### **Mobiliteit**

De bewoners van dit huis zullen hoogstwaarschijnlijk gebruik maken van elektrische fietsen en een eigen elektrische auto, die wordt aangedreven op energie opgewekt door de zonnepanelen.

Naast de elektrische auto die zij zelf in eigendom hebben, willen we een voorstel doen voor een particuliere elektrische 'deel'auto voor de buurt.

Veel huishoudens hebben tegenwoordig twee auto's. De tweede auto staat echter te veel stil. De mogelijkheid om met de buurt (de 15-20 kavels in dit deel van de Borsche Maten) een elektrische 'deel'auto te gebruiken, misstaat niet in een duurzame wijk. Deze auto wordt ook aangedreven door eigen energie. Daarnaast heeft het gezamenlijk gebruik van één gemeenschappelijke tweede auto een grote positieve invloed op de ecologische voetafdruk van deze wijk.

### **Kostenschatting**

bouwkosten €175.000,-

(uitgaande van €300/m<sup>3</sup>)

kosten kavel 20: €181.000,-

kosten 112 zonnepanelen: €48.000,-

kosten warmtepomp: €6.500,-

kosten bron: €5.000,-

kosten boiler warmwater: €2.000,-

totale geschatte kosten: €417.500,- (excl. btw)

### **Kortom**

LEVEN OP KLEINE VOETA**AFDRUK** is het resultaat van een zoektocht naar duurzaamheid en architectonische kwaliteit. Er is getracht deze belangrijke waarden met elkaar te combineren en deze elkaar te laten versterken.

LEVEN OP KLEINE VOETA**AFDRUK** is daarmee een voorbeeld is van een esthetisch fraaie woning met een minimale ecologische voetafdruk. Een mooie, duurzame woning die niet zal misstaan in de Borsche Maten.

## *Bronnen*

zonnepanelen Droste Kleinbouw NV:

<http://www.droste-bv.nl/kleinbouw/index.html>

gevelmateriaal Ceranex:

<http://www.novalignum.nl/producten.php>

*bijlage: energieberekening*

<b>omschrijving</b>	<b>eenheid</b>	
aantal panelen	-	112
vermogen per paneel	Wp	200
totaal vermogen	Wp	22400
productie per jaar	kWh	20160
inhoud woning	m3	584
aantal bewoners	-	4
energie-transmissieberekening	kWh/a	17000
Nominaal vermogen warmtepompen	kW	9,4444
aangenomen beta factor	-	0,9
Vollasturen warmtepomp (wp)	h/a	1800
Elektrische bijverwarming	kWh/a	1700
Geleverde energie wp	kWh/a	15300
aangenomen C.O.P wp	-	4,5
Aan het net onttrokken energie	kWh/a	3400
Aan grondwater onttrokken energie	kWh/a	11900
Warmwaterverbruik (COP 3)	kWh/a	1500
Verbruik 2 elektr. Fietsen	kWh/a	50
Verbruik elektr. Auto	kWh/a	2000
Overig elektr. verbruik huishoudelijk	kWh/a	2500
footprint bouwmaterialen	kWh	25000
footprint zonnepanelen	kWh	2E+05
afschrijftermijn footprint	a	25
footprint woning	kWh/a	9000
<b>Totaal energiegebruik:</b>	<b>kWh/a</b>	<b>20150</b>
<b>Totaal energieopwekking:</b>	<b>kWh/a</b>	<b>20160</b>