

Installaties



Project:

Woonboerderij Houtigehage

Onderdeel:

Installaties

Uitgevoerd door:

Sytze Jan de Vries

Mart Tuininga

Ruben-Jan Wielinga

Inhoud

Installaties	1
Berekeningen	3
Beng berekening	3
BCI berekening	3
Installaties	4
Stroom/elektriciteit	4
Kenmerken/kosten Windmolens	5
Opslag.....	6
Kenmerken/kosten Energieopslag	7
Water	8
Kenmerken/kosten wateropvang & -hergebruik	9
Warmte/koeling en warmwater	10
Kenmerken/kosten verwarming, koeling & warm tapwater	12
Ventilatie	13
Kenmerken/kosten Ventilatie	14
Overzicht installaties	15
Conclusie	16

Berekeningen

Beng berekening

Zie bijlage

BCI berekening



Dit certificaat werd uitgegeven door de Centrum Hout rekenmodule Doolag voor CO₂ in hout. De waarden op dit certificaat zijn indicatief. Aan de uitkomst kan niet worden gebonden. Centrum Hout aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade van welke aard ook voortvloeiende uit het gebruik van de uitkomst van de berekening. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker van de berekening kennis te nemen van de beperkingen van de berekening. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker van de berekening kennis te nemen van de beperkingen van de berekening.

Installaties

Stroom/elektriciteit

Verwachte elektriciteitsbehoefte

We gaan uit van volledig elektrische woningen (geen gasaansluiting). Volgens Milieu Centraal varieert het verbruik voor volledig elektrische woningen tussen de 6.000 – 10.000 kWh per jaar. afhankelijk van isolatie, warmtepomp, gezinssamenstelling en gedrag.

Voor deze berekening nemen we aan;

Levensloopbestendige woningen: 8.000 kWh/jaar

Starterswoningen: 5.000 kWh/jaar

Totale jaarlijkse elektriciteitsvraag:

$4 \times 8.000 + 8 \times 5.000 = 32.000 + 40.000 = 72.000$ kWh per jaar

De EAZ-Twelve windmolen

Wij hebben gekozen voor 3 modulaire windmolens, omdat er op onze locatie niet de mogelijkheid is tot het gebruiken van zonnepanelen, of andere alternatieven. Dit omdat er geen ruimte voor is en zonnepanelen eigenlijk niet op riet geplaatst kunnen worden. Vandaar het idee om te gaan werken met wind energie. Dit zou gerealiseerd kunnen worden op de kavel tegenover de bouwlocatie.

Specificaties

De EAZ-Twelve is een kleine, houten windmolen van Nederlandse makelij, speciaal ontworpen voor het platteland.

Tiphoogte: 15 meter

Vermogen: max. 10 kW

Gemiddelde opbrengst in Noord-Nederland: ca. 25.000 – 35.000 kWh per jaar

Start bij lage windsnelheden (~2,5 m/s)

Stil en landschapsvriendelijk ontwerp

Netkoppeling mogelijk, maar ook geschikt voor lokale opslag

Opbrengst in Houtigehage

Houtigehage ligt in Friesland, waar de gemiddelde windsnelheid gunstig is. Wij nemen een realistische opbrengst van 25.000 kWh per jaar per molen aangenomen voor dit gebied.

Berekening benodigde EAZ-Twelve windmolens

Totale elektriciteitsbehoefte: 72.000 kWh/jaar

Opbrengst per windmolen: 25.000 kWh/jaar

Aantal benodigde molens:

$72.000 / 25.000 \approx 2,9$

Conclusie:

Er zijn minimaal 3 EAZ-Twelve windmolens nodig om het hele woonproject van elektriciteit te voorzien, inclusief enige marge voor variaties in opbrengst of verbruik.

Toepassing

De molens hebben een bescheiden hoogte van 15 meter en passen in een agrarisch landschap. Er zijn geen hoge obstakels rond Dûnoardswei 17 die wind zouden blokkeren.

Plaatsing op voldoende afstand van woningen en boerderij voorkomt geluidshinder (ook al is de molen stil).

Kenmerken/kosten Windmolens

- **Type:** EAZ-Twelve
- **Fabrikant:** EAZ Wind (Nederland)
- **Kenmerken:**
 - Max. vermogen: **10 kW per molen**
 - Jaaropbrengst in Noord-Nederland: **ca. 25.000 kWh per molen**
 - Stil, houten ontwerp – speciaal voor platteland
 - Tiphoogte: **15 meter**
 - Start bij lage windsnelheden (~2,5 m/s)
- **Aantal:** 3 stuks
- **Kosten per stuk:** ca. **€40.000**
- **Totale kosten:** **€120.000**



Opslag

Energieopslag met Energy B·OX XL Off-grid

Voor de energieopslag van het duurzame woonproject in Houtigehage hebben we gekozen voor de Energy B·OX XL Off-grid. Deze batterijcontainer is speciaal ontworpen voor gebruik zonder netaansluiting en biedt een robuuste oplossing voor lokale windenergieopslag.

Wat is de Energy B·OX XL?

De Energy B·OX XL Off-grid is een containergebaseerd, modulair batterijopslagsysteem, geschikt voor grootschalige toepassingen zoals boerderijen en woonclusters. Het systeem is plug-and-play en ontworpen voor zelfvoorzienende energievoorzieningen.

Belangrijke kenmerken

Opslagcapaciteit: tot 2060 kWh (afhankelijk van configuratie)

Batterijtype: Lithium-ijzerfosfaat zeer veilig en duurzaam

Ingebouwde omvormers en regeltechniek

Automatische koppeling aan opwekking (ook compatibel met de EAZ-Twelve windmolens)

24/7 monitoring en slimme sturing van energiegebruik

Toepassing op het project

De elektriciteit die wordt opgewekt met de drie EAZ-Twelve windmolens (totaal ~90.000 kWh/jaar) wordt opgeslagen in de Energy B·OX XL. Het systeem maakt het mogelijk om:

Dag- en nachtverbruik te balanceren

Ook bij windstille dagen stroom te leveren

Volledig off-grid te functioneren, zonder netaansluiting

De opgewekte energie optimaal te verdelen over de woningen

Voordelen voor het project

Betrouwbare stroomvoorziening zonder afhankelijkheid van het net

Schaalbaar en uitbreidbaar bij toekomstige groei

Onderhoudsarm en volledig automatisch beheerd

Conclusie en aanbevelingen

Het opwekken van elektriciteit met EAZ-Twelve windmolens is een realistische en duurzame oplossing voor het woonproject aan de Dûnoardswei 17:

3 molens zijn voldoende voor het verwachte jaarlijkse verbruik van 72.000 kWh.

Ze zijn stil, landschapsvriendelijk en passend bij het agrarische karakter van het gebied.

Combinatie met opslagtechniek versterkt de betrouwbaarheid.

Aanbeveling: een exacte windanalyse uitvoeren. voor het perceel en overleg met gemeente

Achtkarspelen over vergunningsvoorwaarden voor drie molens. En eventuele subsidies zoals de ISDE en de GLB.

Kenmerken/kosten Energieopslag

- **Type:** Energy B-OX XL Off-grid
- **Fabrikant:** Energy Storage NL / Bredenoord (of vergelijkbare leveranciers)
- **Specificaties:**
 - Opslagcapaciteit: **tot 2.060 kWh** (modulair uit te breiden)
 - Batterijtype: **Lithium-ijzerfosfaat (LiFePO₄)**
 - Ingebouwde omvormers, monitoring, automatische koppeling met opwekking
 - Ontworpen voor **off-grid projecten** en agrarisch gebruik
- **Kosten:** ca. **€200.000**



Water

Inleiding

Op het dak van de duurzame boerderij aan de Dûnoardswei 17 (met 12 woningen onder één dak) gaan we regenwater opvangen voor hergebruik. Het dak bestaat uit riet en dakpannen, elk met hun eigen opvangsysteem. Om het regenwater geschikt te maken voor hergebruik in de woningen, wordt het na opvang voorzien van een fijnfilteringsinstallatie, zodat het veilig kan worden gebruikt voor toiletspoeling, schoonmaak en wasmachines.

Opvangsystemen

Rieten dak

Water stroomt naar de grond en wordt opgevangen via een grindgoot.

Via ondergrondse leidingen gaat het water naar een voorfilter en vervolgens naar een centrale regenwatertank.

Aangezien rietwater vaak meer organisch materiaal bevat, is hier een extra filtering nodig.

Dakpannen

Water wordt via goten en regenpijpen afgevoerd naar een voorfilter.

Daarna stroomt het naar dezelfde of een aparte regenwatertank.

Dit water is van betere kwaliteit, maar wordt alsnog nabehandeld voor zekerheid.

Fijn filtering en apparatuur

Om het regenwater geschikt te maken voor gebruik in toilet, wasmachine, schoonmaak en tuin, wordt na opslag een fijnfilteringsunit toegepast.

Gebruikte technologie:

Drukgestuurde regenwatercentrale met geïntegreerde filtering

(Wisy Rainwater Harvesting System met Multimat Plus fijnfilter + UV-filter)

-Filterfijnheid: tot 50 micron (voor grove deeltjes), gevolgd door 5 micron

-UV-desinfectie-eenheid voor extra veiligheid bij huishoudelijk gebruik

Dit systeem hebben een automatische spoeling, onderhoudsarme werking, en leveren voldoende capaciteit voor meerdere tappunten in de boerderij.

Toepassingen van gefilterd water

Na filtering wordt het regenwater gebruikt voor:

Toiletspoeling

Wasmachines

Schoonmaak binnen (vloeren, oppervlakken)

Tuin- en erfbesproeiing

Voordelen

Gezond en betrouwbaar gebruik van regenwater

Lagere druk op drinkwatervoorziening en milieu

Eenvoudig te onderhouden systeem

Kenmerken/kosten wateropvang & -hergebruik

Regenwateropvangsysteem

- **Wisy line ar 100**, opgebouwd uit:
 - Grindgoten en ondergrondse leidingen
 - Opslagtanks (ca. 5.000–10.000 liter)
 - Voorfilters aangepast per daktype (riet of dakpannen)
- **Toepassing:** Voor toiletspoeling, wasmachine, tuinbesproeiing
- **Geschatte kosten: €10.000–€15.000**

Waterfiltratie-unit

- **Type:** Wisy Rainwater Harvesting System – Multimat Plus
- **Filter:** tot 5 micron + UV-desinfectie
- **Kenmerken:**
 - Drukgestuurd systeem
 - Automatische spoeling
 - Geschikt voor toilet, wasmachine, schoonmaak en tuinbesproeiing
- **Kosten per unit (incl. btw): €1.809**



Warmte/koeling en warmwater

Techniek: Water/Water-warmtepomp met dubbele bron Systeemopbouw

Het collectieve warmtepompsysteem bestaat uit de volgende componenten:

- Twee centrale water/water-warmtepompen, geplaatst in een gemeenschappelijke techniekruimte
- Een gesloten bodemwisselaarsysteem met verticale boringen van 50 tot 150 meter diep
- Een warmtebuffer op basis van grijswater, die restwarmte uit huishoudelijk afvalwater benut
- Een lage-temperatuur distributienetwerk voor warm en koud water naar de woningen
- Buffervaten of boilers per woning voor de opslag van warm tapwater

Werking in de winter (verwarming)

In de koude maanden haalt het systeem warmte uit de bodem, waar de temperatuur relatief constant is (tussen 8 en 12 °C). Deze warmte wordt via de bodemwisselaars aangevoerd naar de warmtepompen, waar een koelmiddel wordt verdampt en vervolgens samengeperst. Door deze compressie stijgt de temperatuur naar 35 tot 55 °C, ideaal voor vloerverwarming. Dit verwarmde water wordt via het distributienet naar de woningen geleid. Elke woning regelt de temperatuur autonoom met behulp van thermostaten die gekoppeld zijn aan het vloerverwarmingssysteem.

Werking in de zomer (koeling)

Tijdens de zomermaanden schakelt het systeem over op passieve koeling. Hierbij wordt het relatief koele bronwater (10–12 °C) rechtstreeks door de leidingen van de vloerverwarming geleid. Dit zorgt voor een comfortabele koeling van de ruimtes zonder dat de warmtepomp actief hoeft te werken. De warmtepomp blijft enkel in werking voor de productie van warm tapwater.

Warm tapwaterproductie

Voor de productie van warm tapwater beschikt elke woning over een eigen boilervat of buffervat. Wanneer bewoners warm water nodig hebben (bijvoorbeeld voor douchen of afwassen), verhoogt de warmtepomp de temperatuur tot circa 60 °C met behulp van een extra warmtewisselaar. Deze functie is losgekoppeld van het verwarmings- en koelingssysteem en blijft ook in de zomer volledig operationeel.

Bodemwisselaars

De primaire energiebron voor het systeem wordt gevormd door 6 tot 8 verticale boringen van 100 tot 150 meter diep. Dit betreft een gesloten lussysteem, gevuld met een antivriesmengsel (meestal op basis van glycol). Deze bodemwisselaars leveren constante laagwaardige warmte, die het hele jaar beschikbaar is, ongeacht de buitentemperatuur.

Grijswaterbuffer

Een aanvullende energiebron is de warmtebuffer die gebruikmaakt van afvalwater van douches en wasmachines. Deze restwarmte wordt opgevangen en tijdelijk opgeslagen, zodat deze opnieuw benut kan worden voor de opwarming van tapwater. Dit verhoogt de efficiëntie van het systeem, met name tijdens piekmomenten in warmtevraag.

Distributie naar woningen

Het verwarmings- en koelingswater wordt via een lage-temperatuur distributienet (temperaturen tot maximaal 55 °C) naar de woningen geleid. Dit gebeurt met behulp van geïsoleerde leidingen van PEX of AluPEX. In elke woning wordt het water afgeleverd via aparte circuits voor verwarming/koeling en voor tapwater. Slimme thermostatische regelaars per woning zorgen ervoor dat bewoners hun comfort individueel kunnen instellen.

Rendement en duurzaamheid

De warmtepompen behalen een **COP (Coefficient of Performance)** van 4 tot 5. Dit betekent dat elke verbruikte kilowattuur aan elektriciteit resulteert in 4 tot 5 kWh aan bruikbare warmte of koeling. In combinatie met duurzame stroomopwekking uit windenergie en een batterijsysteem voor opslag, is het systeem volledig hernieuwbaar. De directe CO₂-uitstoot is nihil. Alleen de indirecte uitstoot tijdens productie en installatie van de apparatuur blijft over. Het onderhoud is relatief eenvoudig: een jaarlijkse inspectie, controle van filters en de bronvloeistof volstaan.

Voordelen van collectieve warmtepompen

Voordeel	Toelichting
Lagere kosten per woning	De investering wordt gedeeld over 12 woningen
Minder ruimtebeslag	Geen individuele installaties nodig per woning
Hogere efficiëntie (COP)	Dankzij schaalvoordelen en centrale optimalisatie
Duurzame werking	Bij gebruik van hernieuwbare elektriciteit
Flexibel systeem	Makkelijk uitbreidbaar of instelbaar per woning

Conclusie

Het collectieve energiesysteem op basis van twee water/water-warmtepompen met dubbele bronopstelling is een toekomstbestendige oplossing die uitblinkt in duurzaamheid, betrouwbaarheid en energie-efficiëntie. De combinatie van bodemwarmte en restwarmte uit grijswater, in combinatie met passieve koeling en hernieuwbare stroomvoorziening, maakt dit systeem ideaal voor energieneutrale en zelfvoorzienende woningbouw in het buitengebied. Het systeem draagt substantieel bij aan het realiseren van comfortabele, duurzame woningen zonder afhankelijkheid van externe energiebronnen.

Kenmerken/kosten verwarming, koeling & warm tapwater

Warmtepompen (2 stuks voor het gehele project)

- **Type:** Water/water warmtepomp met dubbele bron met elk een buffer vat
- **Merk:** NIBE, Vaillant geoTHERM, Alpha Innotec
- **Techniek:**
 - **Bron 1:** Verticale bodemwarmtewisselaars (gesloten bronsysteem op 50–150 m diepte)
 - **Bron 2:** Restwarmtebuffer uit grijswater/warmtewisselaar
- **Rendement:** COP van **5 tot 5,5**
- **Toepassing:** Centraal opgesteld, verdeelt warmte en warm tapwater naar alle 12 woningen via collectief systeem
- **Buffervat (2 stuks)** 1550 liter warm water opslag
- **Aanschafkosten per unit:** ca. **€13.000**
- **Installatie + bronboringen per unit:** **€10.000–€15.000**
- **Totale kosten (2 stuks, incl. installatie):** ca. **€66.000–€86.000**



Ventilatie

Inleiding

Voor een toekomstbestendig en energiezuinig woonproject is een efficiënt ventilatiesysteem onmisbaar. Omdat de woningen volledig elektrisch zijn en zeer goed geïsoleerd worden uitgevoerd, is natuurlijke ventilatie of standaard mechanische ventilatie niet voldoende. Daarom is gekozen voor een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning (WTW).

Wat is een WTW-systeem?

Een WTW-installatie is een ventilatiesysteem waarbij de luchtmechanisch wordt aangevoerd én afgevoerd. De unieke eigenschap van het systeem is dat het warmte terugwint uit de afgevoerde lucht, die vervolgens gebruikt wordt om de verse buitenlucht op te warmen. Hierdoor blijft de woning goed geventileerd zonder dat er onnodig warmte verloren gaat.

Belangrijkste onderdelen:

Toevoerkanalen voor verse buitenlucht

Afvoerkanalen voor binnenlucht (keuken, badkamer, toilet)

Warmtewisselaar: onttrekt warmte aan de afvoerlucht

Ventilatiebox met filters en regelmodule

Werking in de praktijk

De vervuilde binnenlucht uit vochtige ruimtes wordt afgezogen.

Tegelijk wordt frisse buitenlucht aangezogen via de WTW-unit.

Beide luchtstromen passeren de warmtewisselaar, maar zonder te mengen.

Tot wel 90% van de warmte uit de afgevoerde lucht wordt overgedragen aan de inkomende lucht.

De gefilterde, voorverwarmde lucht wordt vervolgens naar woon- en slaapkamers geleid.

Voordelen voor dit project

Energie-efficiëntie

Vermindert warmteverlies door ventilatie met wel 90%.

Verlaagt de verwarmingsbehoefte en ondersteunt de warmtepomp.

Comfort en gezondheid

Altijd verse, gefilterde lucht in de woning.

Constance luchtkwaliteit, automatisch geregeld.

Geen tocht of kou via roosters.

Duurzaamheid en zelfvoorziening

Lager energieverbruik past bij de off-grid doelstelling van het project.

Versterkt het rendement van de Energy B·OX XL en de EAZ-Twelve windmolens.

Toepassing per woningtype

Levensloopbestendige woningen (464 m³):

Volwaardige WTW-unit met centrale ventilatiekanalen per verdieping.

Starterswoningen (260 m³):

Compacte WTW-units of decentrale WTW-systemen indien ruimte beperkt is.

Alle units worden afgestemd op bewonersaantallen en gebruikspatronen.

Onderhoud en beheer

Filters vervangen: 2x per jaar aanbevolen.

Jaarlijkse inspectie van kanalen en wisselaar.

Slimme systemen bieden app- of cloudmonitoring voor bewoners en beheerder.

Kenmerken/kosten Ventilatie

WTW-installatie (balansventilatie met warmteterugwinning)

Levensloopbestendige woningen (4 stuks)

- **Type:** Centrale WTW-units
- **Mogelijke merken:** Zehnder ComfoAir Q600, Brink Renovent Excellent
- **Rendement:** tot **90% warmteterugwinning**
- **Kosten per woning (incl. installatie):** €5.500–€7.000
- **Totale kosten:** €22.000–€28.000

Starterswoningen (8 stuks)

- **Type:** Compacte of decentrale WTW-units
- **Mogelijke merken:** Itho Daalderop HRU ECO 150, Zehnder ComfoSpot
- **Kosten per woning (incl. installatie):** €1.500–€2.500
- **Totale kosten:** €12.000–€20.000

Totaal ventilatiekosten: €34.000–€48.000



Overzicht installaties

Onderdeel	Installatie	Functie
Stroom	3× EAZ-Twelve windmolens	Opwekking elektriciteit
Opslag	Energy B·OX XL Off-grid	Energieopslag voor off-grid functioneren
Water	Regenwatersysteem + filtering	Hergebruik regenwater voor huishoudelijk gebruik
Verwarming	2× warmtepompen	Verwarming en tapwater via bodemenergie
Koeling	Passieve koeling via bron	Comfortabele koeling zonder actief systeem
Ventilatie	WTW-systemen	Warmteterugwinning en frisse lucht

OVERZICHT VAN INSTALLATIES



Stroomopwekking

3× EAZ-Twelve windmolens

- Opwekking elektriciteit



Opslag

Energy B OX XL Off-grid

- Energieopslag voor off-grid functioneren



Water

Regenwatersysteem + filtering

- Hergebruik regenwater voor huishoudelijk gebruik



Verwarming / Koeling

2× Water/water-warmtepompen

- Verwarming en tapwater via bodemenergie
- Comfortabele koeling zonder actief systeem

Ventilatie

WTW-systemen

- Warmteterugwinning en frisse lucht



Conclusie

Voor het duurzame woonproject aan de Dûnoardswei 17 in Houtigehage is een zorgvuldig doordacht systeem van energieopwekking, -opslag en waterbeheer ontwikkeld. De keuze voor drie EAZ-Twelve windmolens is gebaseerd op de lokale windomstandigheden en de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van de 12 volledig elektrische woningen, die samen circa 72.000 kWh per jaar verbruiken. De molens, met een verwachte opbrengst van 25.000 kWh per stuk, leveren samen ongeveer 75.000 kWh, waarmee de gehele elektriciteitsvraag op jaarbasis wordt gedekt — inclusief een kleine marge voor fluctuaties.

Om de continuïteit van de stroomvoorziening te waarborgen, vooral tijdens windstille perioden of piekverbruik, is gekozen voor een Energy B-OX XL Off-grid batterijopslagsysteem. Deze batterijoplossing maakt het mogelijk om volledig zelfvoorzienend te functioneren en de opgewekte energie optimaal over de woningen te verdelen. Het systeem is opschaalbaar, onderhoudsarm en werkt automatisch, wat goed aansluit bij de doelstelling van een zelfvoorzienend en toekomstbestendig woonproject.

Ook op het gebied van waterbeheer wordt duurzaamheid nagestreefd. Regenwater van zowel het rieten dak als de pannendaken wordt opgevangen, gefilterd en hergebruikt. Via een combinatie van grindgoten, regenwatertanks en een hoogwaardige Wisy Multimat Plus-filterinstallatie wordt dit water geschikt gemaakt voor toiletspoeling, wasmachines, schoonmaak en tuinbesproeiing. Dit verlaagt de druk op het drinkwaternet en draagt bij aan een circulaire en milieuvriendelijke watercyclus binnen het project.

Samengevat biedt de installatieaanpak van dit project:

- Een volledig netonafhankelijke energievoorziening via windmolens en batterijopslag;
- Een stille, landschapsvriendelijke en technisch haalbare oplossing;
- Een duurzaam en veilig systeem voor regenwateropvang en hergebruik;
- En een sterke basis voor verdere verduurzaming en uitbreiding in de toekomst.

Aanbeveling: laat een gedetailleerde windanalyse uitvoeren voor het perceel en stem tijdig af met de gemeente over de vergunningsmogelijkheden en eventuele subsidieregelingen, zoals de ISDE of GLB-inkomenssteun. Daarmee kan het project zowel technisch als financieel optimaal worden gerealiseerd.