



van Reeuwijk **BOUWMEESTER**

Restauratieverslag

Verduurzaming molen De Hersteller te Sint Johannesga



**Verslag van de uitgevoerde werkzaamheden om te komen tot
verduurzaming van molen De Hersteller
Augustus 2016 tot mei 2018. Opgesteld door Van Reeuwijk bouwmeester.**

Van Reeuwijk bouwmeester Email: vanreeuwijkbouwmeester@gmail.com
Grauwe Kat 23, 8822WH Arum
www.molensenmonumenten.nl

tel.0517 531849
Gsm. 06 57553756

KvK Leeuwarden: 59422246
BTW-nr: NL853475064B01
IBAN NL61ABNA0893576654



Project verduurzaming molen De Hersteller te Sint Johannesga

Opdrachtgever en eigenaar

Molenstichting De Hersteller
Hogedijk 132
8464 NZ Sint Johannesga
Rijksmonumentnummer 359671

Uitvoering van de werkzaamheden

De Molenmakers
Swaerderwei 31
8851 EG Tzummarum

Directievoering/ toezicht

Van Reeuwijk bouwmeester
Dhr. G.J.van Reeuwijk
Grauwe Kat 23 Arum

© Van Reeuwijk bouwmeester, Arum

Vereenvoudiging voor eigen gebruik of intern gebruik van de opdrachtgever is toegestaan. Bronvermelding is verplicht. Voor het overige mag niets uit deze uitgave worden vereenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand en/ of openbaar gemaakt worden, hetzij elektronisch, mechanisch, door middel van druk, fotokopieën, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Molenstichting De Hersteller en Van Reeuwijk bouwmeester te Arum.



Inhoud

Samenvatting.....	4
Het project duurzaamheid molen Sint Johannesga	6
1. Inleiding	6
2. Molen De Hersteller te Sint Johannesga	6
3. Project verduurzaming molen De Hersteller	7
4. Molens en (wind) energie, energiebesparend en duurzaam	7
5. De verduurzaming in relatie tot DuMo (Duurzame Monumentenzorg)	7
6. Uitgevoerde maatregelen bij het verduurzamingsplan	8
7. Eindconclusie	9
1) Energieprestatie	9
2) Opwekken van duurzame energie	10
Liquid heat generator	10
Opwekken van stroom met een generator	11
Het verduurzamingsproject in beeld gebracht	13
Uitvoering van de verduurzaming 2016-2018.....	15
Aanbrengen van de generator	23



Samenvatting

Dit rapport geeft een omschrijving van het gerealiseerde project verduurzaming molen De Hersteller te Sint Johannesga. De uitvoeringstermijn is langer geweest dan kon worden verwacht, dit met name gezien de (slechte) beschikbaarheid van geschikte generatoren en omvormers voor het nagestreefde doel.

De uitgevoerde maatregelen om de energieprestatie van het gebouw te verbeteren is succesvol geweest. Het wooncomfort is sterk toegenomen (vroeger was de molen vrijwel niet te verwarmen door alle warmtelekken). Ook is het omgevingslawaai van de naastgelegen weg sterk afgenomen. De overgang naar de elektrische verwarming is positief ervaren. De in de woonkamer hangende cv ketel kon worden verwijderd en de molen is afgesloten van het gasnet. Het potentiële brandgevaar van de cv ketel (met de schoorsteen vlak onder het rietdek hangend) is ook afgenomen. E.e.a heeft geen negatieve gevolgen gehad voor de cultuur-historische waarde van deze molen.

De dampdichte folie die is gebruikt bij het isoleren van de gebruikruimte (deze is voorzien van een reflecterende laag) bleek na aanbrengen een onverwacht negatief effect te hebben op de bereikbaarheid van de mobiele telefoon. Waarschijnlijk komt dit ook door de ligging in het buitengebied en de aanwezigheid van kleine ramen. Dit punt verdient bij een vervolgproject dan ook extra aandacht.

Bij het opwekken van duurzame energie is gebleken dat een liquid heat generator bij het gebruik in een molen een te grote afwijking geeft bij de opbouw van de vermogenskromme. Gebruik van deze apparatuur moet dan ook worden afgeraden in een traditionele windmolen. Gebruik in een traditionele door waterkracht gedreven molen zal waarschijnlijk wel mogelijkheden bieden om dit soort apparaten toe te passen om energie op te wekken.

De eindconclusie van dit pilotproject m.b.t. de generator is dat de investeringskosten in combinatie met de moeilijke beschikbaarheid van geschikte generatoren met bijbehorende omvormers een belangrijke belemmering zullen zijn bij het gebruik van deze techniek bij andere molens. Er wordt dan ook terughoudendheid geadviseerd op dit punt waarbij niet teveel verwachtingen moeten worden gewekt. Alleen in bijzondere gevallen (bij bijvoorbeeld een educatieve factor om een generator te zien werken) kan de investering in een generator bij een traditionele molen worden gerechtvaardigd.

Geadviseerd wordt dan ook om bij bewoonde traditionele windmolens met name in te zetten op het verbeteren van de energieprestatie van de molen. Energie opwekken kan het beste op de traditionele wijze geschieden waarbij een poldermolen bijvoorbeeld water uit de polder



van Reeuwijk **BOUWMEESTER**

pompt of een korenmolen graan maalt. Dit zal de grootste netto energiebesparing geven waarbij het monument ook nog eens in het geheel niet hoeft te worden aangepast.





Het project duurzaamheid molen Sint Johannesga

1. Inleiding

In 2016-2018 is een project uitgevoerd voor de verduurzaming van molen De Hersteller te Sint Johannesga. De verduurzamingsmaatregelen zijn hierbij in een integrale aanpak uitgevoerd. De overwegingen zoals omschreven in DuMo (Duurzame Monumentenzorg) zijn hierbij leidend geweest.

Het bijzondere van dit project is dat de traditionele wijze van energieopwekking door een windmolen hier is gecombineerd met de mogelijke maatregelen om te komen tot een energie neutrale bewoning van de molen. De molen is al vanaf de bouw bewoond geweest.

De energieopwekking is vooral bij deze molen een heel goede herbestemming zo was bij de start van dit pilot project de voor de hand liggende gedachte. Door waterstaatkundige wijzigingen is het niet meer mogelijk dat de molen zijn oorspronkelijke functie nog kan uitvoeren.

Dit verslag geeft een beeld van alle uitgevoerde werkzaamheden. De uitvoering van het gehele plan heeft plaatsgevonden in het kader van een pilot van het Ministerie van OCW. De resultaten, maar ook de struikelblokken die tijdens de uitvoering aan het licht kwamen komen in dit verslag ook aan de orde.

2. Molen De Hersteller te Sint Johannesga

Geschiedenis

De molen bemaalde tussen 1857 tot 1931 met andere molens de St. Johannesgaaster Veenpolder.

Tussen 1931 en 1948 werd de molen langzamerhand van een complete molen niet meer dan een romp, bovendien was ook al het binnenwerk inmiddels verdwenen. In 1948 werd volledige sloop van de romp overwogen, maar de molen bleef, zij het dus inmiddels geheel onttakeld, in gebruik als woning.

In de jaren '70 werden plannen ontwikkeld om het fraai gelegen en goed bewaard gebleven achtkant te completeren. Dit gebeurde tussen 1979 en 1981: de molen kreeg een geheel nieuwe kap, wiekenkruis en staart.

Op 19 oktober 1981 werd "De Hersteller" feestelijk in gebruik genomen. Sinds die tijd is de molen weer bewoond en draait zeer regelmatig. De molen is één der meest draaiende molens van Friesland.



3. Project verduurzaming molen De Hersteller

Om de molen weer een goede functie in combinatie met de duurzaamheidsambitie te geven was de doelstelling van het project:

- 1) het treffen van maatregelen om energieprestatie van het gebouw te verbeteren. Dit met name door de thermische bouwschil van de in de molen gelegen woning te verbeteren. Voor de uitvoering van het project is het DuMo (Duurzame Monumentenzorg) principe toegepast.
- 2) de mogelijkheden van het opwekken van duurzame energie met traditionele windmolens zichtbaar en uitvoerbaar te maken. Hierbij zal de te bouwen installatie als een voorbeeld project kunnen functioneren voor andere monumenten en molens in Nederland.

Er is nog weinig kennis en bewustzijn voor het opwekken van energie met traditionele windmolens. Met het te bouwen systeem is de verwachting dat dit project een voorbeeld functie kan vervullen voor herbestemmingsopgaven bij andere molens en monumenten in Friesland en de rest van Nederland. Het project heeft resultaten opgeleverd met betrekking tot de mogelijkheden op dit gebied, maar ook wat betreft de onmogelijkheden.

4. Molens en (wind) energie, energiebesparend en duurzaam

Molens gelden als één van de vroegste voorbeelden van het gebruik van windenergie. Er werd met molens water uit de polders gemalen, graan gemalen, hout gezaagd en olie geslagen. Molen De Hersteller is hierbij een zeer bijzonder en veelzijdig voorbeeld van de wijze waarop onze voorouders omgingen met deze duurzame energiebron.

Molen De Hersteller was voorheen uitgerust om een polder te bemalen, maar is vanwege het ontbreken van het boezemwater niet meer in staat dit uit te voeren. Bij de restauratie van de molen rond 1980 zijn de water opvoerwerktuigen ook niet meer aangebracht.

5. De verduurzaming in relatie tot DuMo (Duurzame Monumentenzorg)

Het streven was om tot een energieneutraal gebouw te komen, enerzijds door het verbeteren van de gebouwisolatie, anderzijds door alternatieve energieopwekking en toepassing van energiezuinige technologie.

De monumentstatus van de molen en de cultuurhistorische waarden maken dat er specifieke maatwerkmaatregelen moesten worden ontwikkeld en uitgevoerd. De aanpak van de



verduurzamingsopgave volgens de DuMo-systematiek sluit daar bij aan: volgens DuMo wordt bepaald welke verduurzamingsmaatregelen het object als gebouwd cultuurgoed in technische, cultuurhistorische en visuele zin 'aankan' zonder dat die maatregelen een inbreuk betekenen op de in en aan het gebouw te onderkennen cultuurwaarden. Het als cultuurgoed gekoesterde object bepaalt dus zelf hoever verduurzamingsingrepen kunnen worden uitgevoerd en welke besparingen zijn te boeken. Daarmee wijkt de DuMo-benadering af van die van reguliere verduurzamings- of energiebesparingssystematiek, waarbij in het algemeen een besparingsambitie – in procenten energiebesparing of verminderde CO2-uitstoot - als doel wordt gesteld.

6. Uitgevoerde maatregelen bij het verduurzamingsplan

Om te komen tot een energie neutraal gebouw zijn de volgende maatregelen getroffen:

- Verbeteren van de thermische bouwschil
- Aanpassen van de verwarmingsinstallatie, hierbij is de gehele gasgestookte verwarmingsketel komen te vervallen. De woning in de molen is nu voorzien van een elektrische cv ketel, kookplaat en boiler.
- Het aanbrengen van een generator om stroom op te wekken. Tijdens de uitvoering is tevens een zogenaamde Liquid Heat Generator aangebracht om direct warmte op te wekken. Bij de ervaringen wordt hier nader op ingegaan. De door de generator opgewekte energie wordt in de molen zelf gebruikt en ook het terug leveren aan het elektriciteitsnet van een deel van de opgewekte energie behoort tot de mogelijkheden.

Aan de hand van afbeeldingen met toelichting wordt een beeld gegeven van de verschillende uitgevoerde maatregelen.



7. Eindconclusie

Het project is onder te verdelen in twee soorten maatregelen:

- 1) het treffen van maatregelen om energieprestatie van het gebouw te verbeteren.
- 2) de mogelijkheden van het opwekken van duurzame energie

1) Energieprestatie

De uitgevoerde maatregelen om de energieprestatie van het gebouw te verbeteren is succesvol geweest. Het wooncomfort is sterk toegenomen (vroeger was de molen vrijwel niet te verwarmen door alle warmte lekken). Ook is het omgevingslawaai van de naastgelegen weg sterk afgenomen. De overgang naar de elektrische verwarming is positief ervaren. De in de woonkamer hangende cv ketel kon worden verwijderd en de molen is afgesloten van het gasnet. Het potentiële brandgevaar van de cv ketel (met de schoorsteen vlak onder het rietdek hangend) is ook afgenomen. E.e.a heeft geen negatieve gevolgen gehad voor de cultuur-historische waarde van deze molen.

Alle apparatuur is nu in de kelder opgenomen. Deze is hierbij voorzien van een brandwerende scheiding tussen kelder en woning. Plaatsing van een warmtepomp is wel overwogen, echter er is vanaf gezien omdat de plaatsing bij een traditioneel monument als een molen niet eenvoudig is zonder sterk afbreuk te doen aan de beleavings- en cultuurhistorische waarde. Ook is de molen niet echt goed geschikt voor laag temperatuur verwarming gezien de beperkte vloeroppervlakte in relatie tot de warmtevraag van de gebruiksruijnten.

De uitvoering van het hele werk kon vrijwel volgens de planvorming worden uitgevoerd. Hierbij is het duidelijk dat aanpassingen aan een monument en zeker een molen zeer veel maatwerk vragen. Er zijn veel bouwdetails met scheve hoeken waardoor de investeringskosten per M2 veel hoger zullen zijn dan bij een regulier monument.

Het enige nadeel dat bij de maatregelen is ondervonden is de werking van de warmte reflecterende dampdichte folie die aan de binnenzijde is aangebracht. De molen heeft maar kleine ramen en dit feit in combinatie met de folie zorgt ervoor dat het mobiele telefoonverkeer is verslechterd. Door het plaatsen van versterkers zal naar een oplossing worden gezocht voor dit probleem. Echter in de toekomst is het goed hier rekening mee te houden bij soortgelijke projecten in het buitengebied met relatief kleine raamopeningen.



2) Opwekken van duurzame energie

Bij het pilotproject zijn twee manieren om energie op te wekken nader uitgewerkt en in de praktijk beproeft:

Liquid heat generator

Bij een liquid heat generator (LHG) wordt direct mechanische energie omgezet in warmte. Het apparaat hiervoor is zeer compact en als standaard onderdeel verkrijgbaar vanaf de producent in Amerika. In theorie belooft dit apparaat een zeer hoog rendement. De LHG is bij de molen ingebouwd en het opgewekte warm water werd hierbij direct in het cv systeem gevoerd.

Bij de proefnemingen heeft het apparaat gewerkt. Echter er bleek ook een onoverkomelijk probleem te zijn. Dit richtte zich op de opbouw van de vermogenskromme van het apparaat in relatie tot het te leveren vermogen van de molen in combinatie met het toerental.

Het bleek dat bij een toerental van de molen van circa 18 omwentelingen per minuut een goed werkende LHG kon worden verkregen die daadwerkelijk warmte op kon wekken. Echter wanneer de molen iets harder ging draaien in een windvlaag dan nam de vermogensvraag van de LHG zeer sterk toe. Dit had als gevolg dat de v snaren die gebruikt worden voor de aandrijving veel sterker werden belast dan waar ze voor konden worden ontworpen.

De snaren liepen zo op dit soort momenten gevaarlijk heet. Om deze reden is besloten de LHG niet verder toe te passen.

De conclusie voor dit in potentie bruikbare apparaat kan worden getrokken dat hiervoor een constant vermogen beschikbaar moet zijn waarbij vermogen en toerental van tevoren vast ligt. Gebruik in een traditionele windmolen wordt aan de hand van deze ervaringen sterk afgeraden. Alleen bij een zeer sterk ontworpen overbrengingen zou het kunnen werken, echter de kans op schade aan overige delen van het gaande werk wordt dan waarschijnlijk te groot.

Wel liggen er waarschijnlijk mogelijkheden om de LHG te gebruiken in een traditionele door water aangedreven molen. Hier ligt vermogen en toerental veel meer vast. Geadviseerd wordt dit nader te onderzoeken en af te zien van verdere onderzoeken van het gebruik van een LHG in traditionele windmolens.



Opwekken van stroom met een generator

Het opwekken van stroom met een generator bleek door externe oorzaken niet eenvoudig te zijn. Uiteindelijk is een werkende installatie gebouwd die nu een aantal maanden tot tevredenheid heeft gefunctioneerd. Hierbij wordt de opgewekte energie enerzijds direct gebruikt voor de verwarming middels de elektrische cv installatie en voor het elektrisch koken en de elektrische boiler. Ook wordt elektriciteit terug geleverd aan het net.

De problematiek is met name gelegen in het feit dat generatoren en de hierbij behorende omvormers vrijwel niet meer in de markt verkrijgbaar waren tijdens de uitvoering van het project. Juist in 2016-2018 zien we een ontwikkeling waarbij de windturbines die stroom opwekken steeds groter worden (waarbij beschikbare apparatuur totaal niet past bij een relatief kleine traditionele molen). Anderzijds is er een ontwikkeling van kleinere windgeneratoren met een vermogen van 3 á 5 kilowatt .

Bij de start van het project begin 2017 waren zo geen goede generatoren met bijbehorende omvormers beschikbaar op de markt. Er is toen besloten een generator te bestellen in China. Echter na montage bleek de bijgeleverde omvormer niet te voldoen binnen het Nederlandse energienet voor teruglevering van stroom.

Na lang zoeken en veel bezoek van diverse firma's is het uiteindelijk eind 2017 toch mogelijk geworden een geschikte generator met bijpassende omvormer te vinden. Deze generator werd speciaal voor de molen gebouwd en samengesteld en werd begin 2018 geleverd. De generator kon worden gemonteerd in het reeds in 2017 gemaakte montageframe. Hierbij bleek het ook noodzakelijk om een vrijlooppkoppeling te plaatsen. Deze koppeling schakelt de generator automatisch los van de molen wanneer het toerental van de molen te hoog wordt voor het vermogen van de generator.

De installatie is nu een aantal maanden in bedrijf en heeft geen gebreken vertoont. Alles werkt naar behoren en de stroom die niet direct wordt gebruikt in de molen wordt terug geleverd aan het elektriciteitsnet.

De ervaringen zijn nog redelijk beperkt wat betreft het afgeleverde vermogen. Dit hangt ook samen met het afgelopen voorjaar waarin vrij veel wind was uit noordelijke richting wat niet de gunstigste windrichting is voor de molen vanwege windbelemmering. Bij normale windsnelheid is de ervaring dat op dagbasis circa 16 kwh wordt opgewekt. Dit is te vergelijken met wat 16 zonnepanelen op een goede zonnige dag opwekken.

Op jaarbasis moet de ervaring uitwijzen of de molen zo instaat zal zijn het gehele elektriciteitsgebruik (dat door het elektrisch verwarmen vrij hoog ligt) op te wekken. Hierbij



kan in ogenschouw worden genomen dat de grootste warmtevraag vaak samenhangt met de meeste wind, dit ook doordat de molen geheel vrijstaat op een vrij open ruimte.

Economisch gezien zal de terugverdientijd groter zijn dan bij het plaatsen van bijvoorbeeld zonnepanelen. Dit ook omdat de mechanische aansluiting van de generator op een traditionele molen niet zo eenvoudig is te realiseren en daarmee relatief kostbaar is.

De eindconclusie van dit pilotproject m.b.t. de generator is dan ook dat de investeringskosten in combinatie met de moeilijke beschikbaarheid van geschikte generatoren met omvormer een belangrijke belemmering zullen zijn bij het gebruik van deze techniek bij andere molens.

Er wordt dan ook terughoudendheid geadviseerd op dit punt waarbij niet teveel verwachtingen moeten worden gewekt. Alleen in bijzondere gevallen (bij bijvoorbeeld een educatieve factor om een generator te zien werken) kan de investering worden gerechtvaardigd.



Het verduurzamingsproject in beeld gebracht



Molen aan de Vaart. De vaart werd in 1962 gedempt. Hiermee kwamen ook de mogelijkheden voor een bemalingsfunctie van de molen te vervallen.



Na het vervallen van de actieve maalfunctie stond de molen tot in de jaren 80 van de vorige eeuw er zo bij.



Na de restauratie van 1981. De molen kan weer draaien. De woonfunctie die de molen al vanaf de bouw heeft gehad bleef aanwezig.



Tijdens de restauratie van 1980-81. De woning in de molen wordt hersteld. Herstel vond plaats zoals dit in die tijd gebruikelijk was. Er werd vrijwel geen isolatie aangebracht. Het naar de huidige eisen van de tijd bewoonbaar maken stond in die tijd nog in de kinderschoenen.



Uitvoering van de verduurzaming 2016-2018



Najaar 2016 start van de werkzaamheden. De betimmering uit de jaren 80 is verwijderd. Toen pas bleek hoe slecht de molen was geïsoleerd. Overal zaten kieren naar buiten en de tempex isolatie was erg dun en zeer slecht aangebracht. Het effect van de isolatie zal zeer gering zijn geweest. Hier is ook te zien dat boven de (steens) muren het riet begint. Dit riet kan door de constructie heel makkelijk doorwaaien. Met name dit stuk van de bouwconstructie geeft veel problemen om tot een goede thermische isolatie te komen.



De koningspil in de molen die het draaien van de molenwieken naar beneden overbrengt. De spil was voor de verduurzaming al aanwezig, maar kon niet meer draaien. De koker loopt echter dwars door de molen heen en is zo een moeilijk goed te isoleren gedeelte. Dit mede doordat de spil ook moet kunnen draaien. Hierbij treed ook nog een horizontale verplaatsing op bij het verdraaien van de kap van de molen wat een goede afdichting nog moeilijker maakt.



De opbouw van de nieuwe wandbekleding. We zien hier de stijltjes voor de wandbekleding. Achter de stijlen een damp open laag folie. Er is erg veel aandacht geschonken aan het goed kierdicht maken van de constructie. Zeker bij een molen die open in het land staat is het moeilijk dit te realiseren. Boven de stenen voet is nog een deel van het rietdek zichtbaar. Ook dit rietdek kan natuurlijk erg goed wind doorlaten. Er is voor gekozen om een thermische schil aan de binnenzijde te plaatsen. Op deze wijze zal achter deze constructie een spouw ontstaan zodat de grotendeels houten constructie van de molen en het rietdek goed kunnen ventileren. Dit zal van belang zijn voor het toekomstig behoud van deze cultuur- historisch belangrijke bouwconstructie.

Tevens is op deze wijze de ingreep reversibel. In de toekomst kan de thermische schil eenvoudig worden weggehaald waarna de originele bouwconstructie weer aan het licht komt.



Onder de molen waren een deel van de oorspronkelijke waterlopen nog aanwezig. Deze hadden de functie van kelder gekregen. Bij de verduurzaming gaf deze ruimte de mogelijkheid om hier de generator te plaatsen. Ook kon in deze ruimte de elektrische schakelkast van de generator worden geplaatst, de elektrische boiler voor de warmwatervoorziening en de elektrische cv installatie voor het verwarmen van de molen. De zo ontstane technische ruimte is geïsoleerd en de scheidingsvloer tussen deze (kelder) ruimte en de bovengelegen molen is voorzien van een brandvertragende en ook onbrandbare bekleding. Dit om mogelijke overslag van vuur bij een eventuele calamiteit of kortsluiting zoveel mogelijk uit te sluiten.



De staande spil loopt dwars door de molen (en hiermee de woning) heen. Deze spil drijft de generator aan. Bij het project is deze spil voorzien van een omtimmering.



In de wand zijn de leidingen van de cv installatie en de elektrische installatie geplaatst. Hierbij is extra zorg besteed aan het niet doorbreken van de buitenste folielaag. Dit om te voorkomen dat via de mantelbuizen van het elektrische systeem tocht in de molen kan komen. Op de stijltjes is vervolgens een dampdichte folie aangebracht. Ook hier weer veel aandacht voor de aansluitingen om ervoor te zorgen dat geen damp vanuit de woning in de thermisch schil kan komen.

De folie die is voorzien van een reflecterende laag bleek echter na aanbrengen een negatief effect te hebben op de bereikbaarheid van de mobiele telefoon. Waarschijnlijk komt dit ook door de ligging in het buitengebied en de aanwezigheid van kleine ramen. Dit punt verdient bij een vervolgproject dan ook extra aandacht.

De conclusie is dat het aanbrengen maatwerk is. De vele aansluitingen maken een goede (tochtdichte) uitvoering niet eenvoudig. De bouwkundige details en een goede uitvoering zijn op dit punt essentieel.



De originele bouwbestekken van de molen zijn bewaard gebleven. Hierin stonden belangrijke details omschreven zoals de aftimmering van de ramen. Bij het verduurzamen zijn dit soort details weer aangebracht. Hiermee is het verduurzamen gebruikt om een deel van de cultuur historische waarde weer terug te brengen.

Bij dit soort projecten is aandacht voor dit soort details van groot belang. Kostentechnisch maakt het niet veel uit, maar de algehele belevingswaarde kan sterk toenemen met aandacht voor dit soort details.

De resultaten van het project zijn op dit punt heel erg positief.



Onder de vloeren bleek helemaal geen isolatie aanwezig te zijn. Mede hierdoor tochtte het er zeer sterk. Onder de balklaag zijn Tonzon isolatiekussens aangebracht. Ook dit is een isolatiemethode die zeer reversibel is. Bereikbaarheid van de ruimte onder de vloeren was zeer beperkt. Het aanbrengen was niet eenvoudig.



De woning in de molen na het gereed komen van het timmerwerk en voor het schilderen.



Bij de bouw van de molen waren blinden voorgeschreven die aan de binnenzijde voor het raam kunnen worden geklapt. Deze oude bouwwijze is weer toegepast en blijken zeer goed te werken. In de avond geven deze blinden nog een extra isolatie aan de ramen. Ook hier kan een historisch detail dus goed worden gebruikt om de isolatie en hiermee duurzaamheid te vergroten.



Het raamhout in de kozijnen dateerde uit 1981. Er was erg dun glas in aangebracht. Het bleek mogelijk om in de sponningen dun isolatieglas aan te brengen. Hierbij werd de spouw van het isolatieglas gevuld met krypton. Het buitenste glasblad is uitgevoerd in zogenaamd getrokken glas. Hiermee wordt een veel beter aanzicht verkregen dan bij het gebruik van zogenaamd float glas wat veel te vlak is. Hinderlijke spiegeling wordt zo ook voorkomen.

Het glas werd in een moderne kit gezet die men als stopverf kan afmessen.



Detail van het raam. Het glas is in een kit gezet die men kan afmessen als traditioneel stopverf. Op deze wijze blijven dit soort kleine bouwdetails behouden. Het aanbrengen van het isolerende glas heeft grote invloed op het koudetransport. De gerieflijkheid in de woning is sterk toegenomen. Ook zijn koude bruggen voorkomen en het is niet meer onplezierig om met de rug naar de ramen te zitten. Dit was voorheen wel het geval.

Langs de molen loopt een (vrij drukke) weg. Het geluid van deze weg is sterk verminderd in de woning. Ook dit heeft bijgedragen aan een veel hoger wooncomfort.



Aanbrengen van de generator



De houten tandwielen in de molen waren niet in een goede staat. Bij de restauratie in de jaren 80 waren slechts een soort houten schijven in de molen geplaatst. Dit waarschijnlijk met het idee dat de molen toch nooit meer een molenfunctie zou krijgen. Ook hier waren het oorspronkelijke bouwbestek en de bewaard gebleven bouwtekeningen van grote waarde. De houten wielen konden weer volledig naar het oude model worden opgebouwd. Hierbij zijn de originele materialen toegepast zoals droog eikenhout voor de kruisarmen, iepenhout voor de plooien en azijnhout voor de houten kammen. De kammen zijn hierbij geborgd door essen kamnagels en opgewigd met droog grenen wiggen. Rond het wiel een smeedijzeren band.



Onderaan de koningspil is een koppeling aangebracht om de beweging van de molenwieken over te brengen naar de technische ruimte onderin de molen.



De spil van de molen is afgetimmerd en thermisch geïsoleerd. Deze koker loopt verticaal door de molen heen. In de koker ontstaat een natuurlijke trek. Door middel van afsluitbare roosters kan de ventilatie behoefte zo op een natuurlijke weg zonder externe afzuigapparatuur worden geregeld.



Het plaatsen van de generator.



Het nieuwe bovenwiel. Dit is weer geheel opgebouwd volgens het originele bouwbestek met de bijbehorende bouwtekeningen.



Het aanbrengen van het frame met hierin de generator.



De generator onderin de molen.



De liquid heat generator die direct mechanische energie omzet in warmte. Door de generator wordt het water van de cv installatie gevoerd. Op deze wijze kan de molen bij het draaien van de wieken worden verwarmd. Na enige tijd werken met dit apparaat bleek dat de vermogenskromme te veel afwijkt van een traditionele molen. Bij een hoger toerental dan circa 18 omwentelingen per minuut van de molen nam het gevraagde vermogen van de LHG sterk toe. Dit resulteerde met name bij windvlagen in een zeer zware belasting van de v snaren die daardoor veel te warm werden. Uiteindelijk is de conclusie getrokken dat dit apparaat in een sterk van toeren wisselende traditionele molen niet toepasbaar bleek te zijn. Wel zijn er goede verwachtingen bij door waterkracht gedreven molens die een constant toerental kunnen aanhouden.



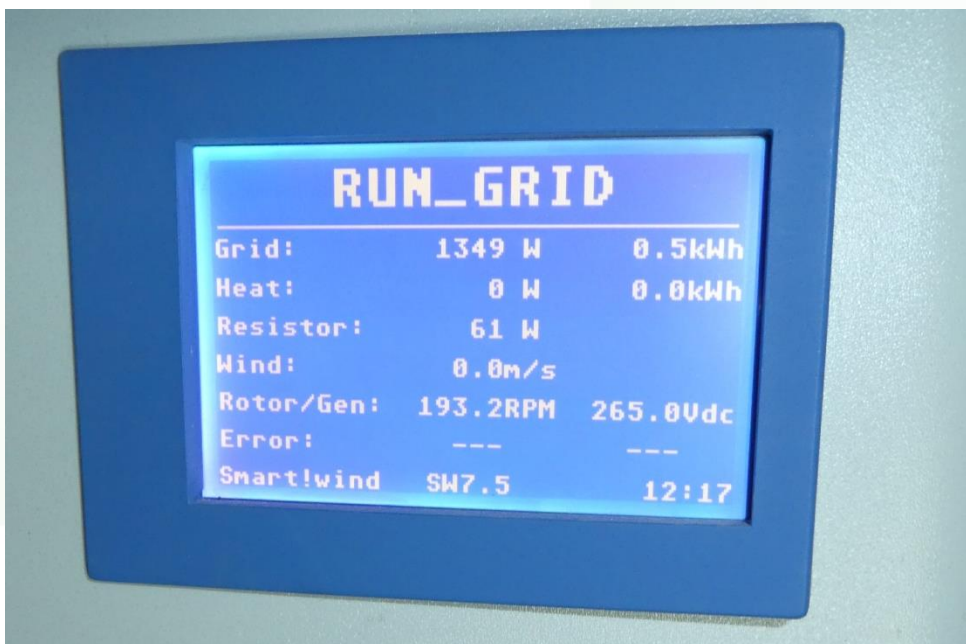
Het generatorframe na het aanpassen van de installatie voorjaar 2018. Te zien is de vrijlooppkoppeling die automatisch de generator afschakelt boven een bepaald vermogen. Dit om schade aan de installatie tegen te gaan.



Zicht op de generator van 7.5 KW. Op de voorgrond de aandrijfas van de molen.



Elektrische cv installatie met op de achtergrond de regelenheid van de generator.



Display van de omvormer



De gehele generatorinstallatie is CE conform. Alle onderdelen zijn opgenomen in een uitvoerig handboek/ handleiding voor de gebruiker



Mei 2018, de restauratie en verduurzaming is gereed.