WHITEPAPER

BEDRIJFSHALLEN: NIEUWE KANSEN VOOR VERDUURZAMING

HANDVATTEN VOOR INTEGRAAL MAATWERK



DEZE WHITEPAPER IS OPGESTELD IN OPDRACHT VAN RVO.NL VOOR DE TOPSECTOR ENERGIE OP VERZOEK VAN TKI URBAN ENERGY

TKI URBAN ENERGY
Topsector Energie

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

INLEIDING

ZOEKEN NAAR INTEGRAAL MAATWERK

Bij de energietransitie in de gebouwde omgeving krijgen bedrijfshallen meestal maar weinig aandacht. Misschien is dat logisch. In een bedrijfshal staat de functionaliteit immers voorop: het bedrijfsmatig bewerken en opslaan van materialen en goederen. Bijzondere eisen worden er verder nauwelijks gesteld. Ambities op het vlak van energie-efficiëntie zijn beperkt. Ook dat is logisch, want elektriciteit kost weinig en de terugverdientijd van de meeste maatregelen gaat verder dan de planningshorizon van veel bedrijven.

Toch staan er in ons land meer dan 80.000 bedrijfshallen. Dagelijks werken er honderdduizenden mensen. Het energiegebruik is aanzienlijk en 3,5 procent van de binnenlandse CO_2-emissie ontstaat hier. Bedrijfshallen hebben bovendien een gezamenlijke oppervlakte van 250 vierkante kilometer en hebben daarmee veel invloed op het aanzien van ons land. Er is aanleiding om opnieuw te kijken naar kansen voor duurzame kwaliteit. Veel maatregelen die vier of vijf jaar geleden niet haalbaar werden geacht, zijn dat nu wel. We zien dat de panelen snel verschuiven.

Maar verduurzaming van bedrijfshallen moet het niet alleen hebben van terugverdientijden. In deze whitepaper gaan we op zoek naar koppelkansen. De economie verandert, zeker sinds de coronacrisis. Veel sectoren hebben het lastig, maar het aandeel distributie en logistiek neemt fors toe. Sommige bedrijfshallen worden daarvoor gesloopt en

vervangen door nieuwbouw. Er worden ook veel hallen verbouwd. Dat biedt aanknopingspunten om tegelijk de energieprestatie te verbeteren. Het gebruik van aardgas wordt uitgefaseerd. Er zijn alternatieven nodig en ook dat opent nieuwe vensters. We zien ook dat duurzame technologieën goedkoper worden, terwijl aan de andere kant de waarde stijgt die klanten en het grote publiek aan duurzaamheid hechten. En *last but not least* stellen de mensen die dagelijks in een bedrijfshal werken, steeds hogere eisen aan een gezonde arbeidsomgeving. Ook dat kan aanleiding zijn voor een integrale verbeterslag.

Op het gebied van verduurzaming is veel mogelijk. Om de kansen op te sporen, is het belangrijk per gebouw aansluiting te zoeken bij kenmerken en functies. De ene bedrijfshal is de andere niet. Niet alles kan zomaar overal. Tegelijk bestaat de indruk dat er nog veel laaghangend fruit is. Door op zoek te gaan naar koppelkansen kan een verbouwing tegelijk aanleiding zijn om de functionaliteit, de energieprestatie, het werkklimaat en de uitstraling te verbeteren. Dan zijn stappen mogelijk.

In deze whitepaper schetsen we mogelijke energiemaatregelen. Daarbij beperken we ons tot gebouwgebonden energie voor verwarming, koeling en verlichting. Energie die nodig is voor het primaire bedrijfsproces laten we buiten beschouwing. We geven aan in welke soort bedrijfshal energiemaatregelen vooral van toepassing kunnen zijn en welke kansen zich voordoen. Doel is om de sector concrete handvatten te bieden om de potentie op het gebied van energiebesparing en energieopwekking beter te benutten. Innovatieve concepten krijgen meer kans van slagen als we tegelijk kijken naar de bijdrage die deze leveren aan andere aspecten van duurzaamheid zoals een gezonde werkomgeving, een duurzame uitstraling van het gebouw, vergroening en circulariteit.

Stakeholders, onder wie gemeenten, parkmanagers, ondernemers en marktpartijen in de bouwsector komen op 9 november 2020 bijeen om over dit onderwerp van gedachten te wisselen. Deze whitepaper legt een basis voor de discussie. Onze stelling is dat het van waarde is om integraal na te denken over verduurzaming van bedrijfshallen in relatie tot beheer, onderhoud, renovatie en nieuwbouw. Daar ligt een sleutel tot succes. We laten daarom zien welke methoden en technieken daarvoor bestaan en welke innovaties we nog kunnen verwachten.

Deze whitepaper is samengesteld door Nieman Raadgevende Ingenieurs in opdracht van RVO.nl voor de Topsector Energie op verzoek van TKI Urban Energy. Bijdragen zijn geleverd door een klankbordgroep met professionals uit de sector.

INHOUDSOPGAVE

Bedrijfshallen in Nederland **07**
Wat verstaan we onder bedrijfshallen? 07
De functie van bedrijfshallen 08

Waarom investeren in energiebesparing? **09**
Het energiegebruik is aanzienlijk 09
Wet- en regelgeving wordt strenger 10
Duurzaamheid is meer en meer een selling point 11
Functies veranderen voortdurend 12
Bedrijventerreinen worden gerevitaliseerd 13
Arbeidsomstandigheden worden belangrijker 13

Intermezzo
Het brede terrein van duurzaamheid **14**

Energiehuishouding en verbeterkansen **17**
Huidig energiegebruik 17
Categorisering 18

Intermezzo
Warm, warmte en verwarming **21**

Aangrijpingspunten voor energiemaatregelen **24**

Uitwerking van energiemaatregelen **37**

1. Beperken van de energievraag **38**
1a. Gevelisolatie 38
1b. Dakisolatie 39
1c. Daklichten en ramen 40
1d. Isolatie van industriedeuren 42

2. Opwekken van hernieuwbare energie **43**
2a. Fotovoltaïsche zonne-energie (pv) 43
2b. Thermische zonne-energie 45
2c. Omgevingswarmte 46
2d. Windenergie 48

3. Efficiënt gebruik van energie **49**
3a. Verwarming en warmteafgifte 49
3b. Koeling 52
3c. Ventilatie 54
3d. Verlichting 55

Aan de slag **59**

Verder lezen **63**



BEDRIJFSHALLEN IN NEDERLAND

De Nederlandse economie verandert. Overall is de groei van de laatste jaren met de coronacrisis gestopt, maar de structuurverandering zet door. Vooral de sectoren distributie en logistiek zitten in de lift en dat triggert de vraag naar nieuwe of vernieuwde bedrijfshallen. Daarnaast is er een enorm areaal bestaande hallen die toe zijn aan groot onderhoud, soms in samenhang met vitalisering van bedrijventerreinen. Welke ontwikkelingen zien we en tot welke kansen leiden die?

Wat verstaan we onder bedrijfshallen?

In deze whitepaper handhaven we de definitie uit de notitie 'Potentieel en kansen voor CO_2-reductie bij bedrijfshallen' van SenterNovem (2005): een gebouw met als voornaamste functie het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen. In- of aangebouwde kantoorruimte behoort tot de bedrijfshal als deze ruimte substantieel kleiner is dan de bedrijfshal zelf. Gebouwen in de landbouw en veeteelt laten we buiten beschouwing. Ook datacenters laten we buiten beschouwing. Dit is

een zeer specifiek segment waar energieconsumptie en nuttig gebruik van restwarmte meer dan gemiddeld een punt van aandacht vormen, maar ook nauw samenhangen met het primaire bedrijfsproces. Het CBS (Statline augustus 2020) telt rond de 200.000 bedrijfshallen met de functie 'industrie'. Daar vallen ook veel agrarische bedrijfsgebouwen onder. Het aantal bedrijfshallen waar we ons in deze whitepaper op richten, wordt geschat op minimaal 80.000 (Verkenning Utiliteitsbouw, ECN, 2017). Het is een zeer diverse verzameling gebouwen. Groot, klein en van zeer uiteenlopende bouwkundige kwaliteit. Hoewel de verschillen groot zijn, zijn voor alle vormen van bedrijfshallen in deze whitepaper aanknopingspunten opgenomen voor een integrale renovatie.

De functie van bedrijfshallen

In de Verkenning Utiliteitsbouw (2017) geeft het ECN een overzicht van de verschillende categorieën bedrijfshallen in Nederland met daarbij het vloeroppervlak in gebruiksoppervlak en het gas- en elektriciteitsverbruik.

BOUWKUNDIG	Vloeropper-vlak (GO) mln. m^2	Gasintensiteit (m^3/m^2)	Elektriciteits-intensiteit (kWh/m^2)	Gasverbruik (PJ/jr)	Elektriciteits-verbruik (PJ/jr)
Bedrijfshal met koeling (inclusief groothandel en showroom)	6,0	8	162	1,3	3,0
Bedrijfshal zonder koeling (inclusief groothandel en showroom)	176,6	6	45	31,7	24,5
Bedrijfshal; productiehal	5,8	8	48	1,3	0,8
Laboratorium [1)]	0,4	15	353	0,1	0,4
Datacenter [2)]	0,3	6	1736	0,05	1,6
Totaal (afgerond)	**189**			**34**	**30**

1) Laboratoria en datacentra blijven in deze whitepaper verder buiten beschouwing.
2) Het vloeroppervlak en elektriciteitsgebruik van datacentra is de afgelopen jaren fors toegenomen.



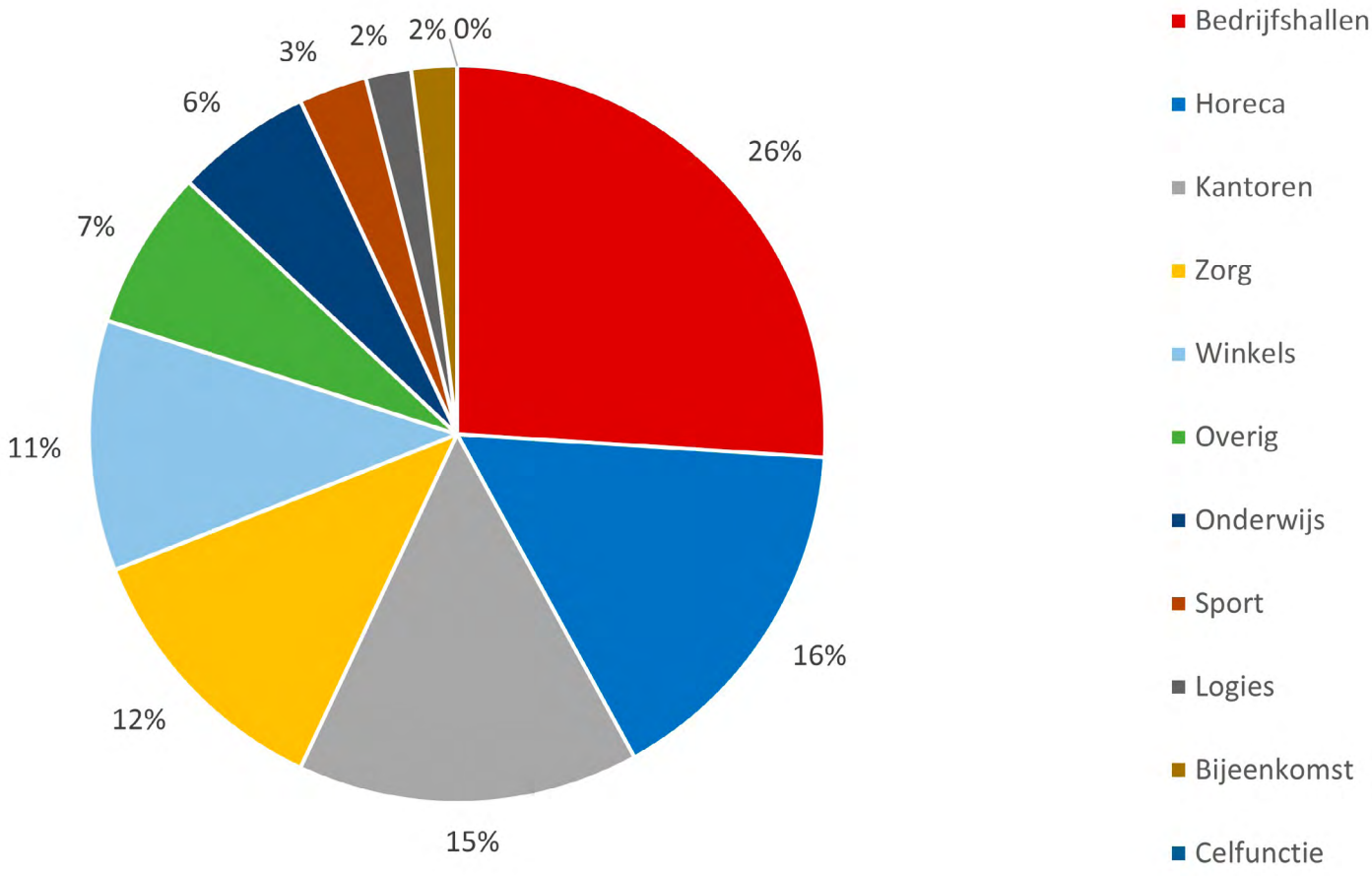
WAAROM INVESTEREN IN ENERGIEBESPARING?

Het energiegebruik in bedrijfshallen is ongeveer gelijk aan dat van kantoren en winkels bij elkaar opgeteld. Toch krijgt het energiegebruik in bedrijfshallen zowel in bedrijfsvoering als in wet- en regelgeving vrij weinig aandacht. Er blijven veel kansen liggen en er is alle aanleiding om die op te zoeken.

Het energiegebruik is aanzienlijk

ECN laat in de Verkenning Utiliteitsbouw (2017) zien dat bedrijfshallen verantwoordelijk zijn voor een kwart van het energiegebruik van alle gebouwen in de dienstensector. In deze verkenning gaat het om gebouwen die volgens het Bouwbesluit een industriefunctie hebben. Industriegebouwen worden daar niet toe gerekend. Agrarische gebouwen, met name (onverwarmde) stallen, wel. De getallen passen daardoor niet één op één met de bedrijfshallen die we in deze whitepaper beschrijven, maar geven wel een indicatie. Het is duidelijk dat het niet om een klein segment gaat. ECN schat het energieverbruik op 65 PJ per jaar. Hiervan gaat 34 PJ op aan aardgas en 31 PJ elektriciteit. De totale CO_2-emissie

die hierdoor ontstaat is 6,6 tot 6,7 Mton per jaar; vergelijkbaar met de jaarlijkse emissie van grootste industriële CO_2-uitstoter van Nederland Tata Steel (bron CBS en CE-Delft, 2019). Het is ongeveer 3,5 procent van de totale binnenlandse emissie. Het energiegebruik en de emissies zijn daarmee een stuk groter dan de aandacht die er meestal aan wordt besteed.



Afb. 1. Finaal energiegebruik in de dienstensector naar gebruiksfunctie (Bron: Verkenning Utiliteitsbouw, ECN, 2017).

Wet- en regelgeving wordt strenger

In 2050 moet de gehele gebouwde omgeving in ons land energieneutraal én aardgasvrij zijn. Dat is op allerlei manieren wettelijk verankerd. Nederland heeft in het verlengde van de Parijs-afspraken de Klimaatwet vastgesteld. Ook ligt er een breed gedragen Klimaatakkoord waarin op hoofdlijnen is uitgestippeld hoe een CO_2-reductie van 95 procent in 2050 bereikt gaat worden. Steeds meer wet- en regelgeving wordt op deze uitgangspunten gefit.

- Sinds 1 juli 2018 wordt aardgas uitgefaseerd. Gemeenten stellen uiterlijk eind 2021 in een warmteplan vast hoe en wanneer bestaande aansluitingen gaan verdwijnen. In de komende jaren wordt de levering op steeds meer plaatsen uitgefaseerd.
- Sinds 1 juli 2019 is er sprake van de informatieplicht energiebesparing (Wet milieubeheer-inrichting). Bedrijven zijn verplicht om maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of korter. Voor bedrijven die jaarlijks meer dan 50.000 kWh of 25.000 m^3 aardgas(equivalent) gebruiken, geldt bovendien een meldplicht. De maatregelen die onder de verplichting vallen, staan in de Erkende Maatregelenlijst Energiebesparing (EML). Voor bedrijfshallen is er een speciale lijst. Bekijk deze lijst **hier**.
- Ondernemers kunnen fiscaal voordelig investeren in milieuvriendelijke technieken met behulp van de Energie-investeringsaftrek (EIA) en de milieu-investeringsaftrek (MIA). Lees **hier** verder.

Duurzaamheid is meer en meer een selling point

Voor steeds meer bedrijven is ‘duurzaamheid’ niet meer een thema om erbij te doen. Zeker bij de wat grotere bedrijven is duurzaamheid verweven met alles wat zij leveren. Afnemers en het grote publiek rekenen hen hierop af. Bedrijven met een hoge duurzaamheidsscore genieten een betere reputatie. Interessante voorbeelden zijn ketens als Ikea en Lidl. Terwijl prijsconcurrentie voor deze bedrijven erg belangrijk is, investeren zij volop in verduurzaming van bedrijfshallen. Zij laten hiermee zien dat ‘duurzaam’ en ‘duur’ niet meer gelijk opgaat.

Bij MKB-ondernemers ligt dat genuanceerder. Ondernemers concentreren zich op hun primaire bedrijfsvoering en de financiële situatie op de kortere termijn. Zij kunnen niet zo gemakkelijk geld vrijmaken voor randzaken. Bovendien hebben zij hun bedrijfshal vaak niet in eigendom. Toch zijn er ook MKB-ondernemers die in hun markt voorop willen lopen en duurzaamheid daarbij aangrijpen als onderscheidende waarde. Door duurzaamheid op een slimme manier te koppelen aan andere aspecten, zoals bouwkundige kwaliteit, uitstraling en arbeidsomstandigheden is een businesscase mogelijk.

Functies veranderen voortdurend

De functies van een bedrijfshal veranderen regelmatig. Vaak is er sprake van meerdere functies in één gebouw. Vooral oudere bedrijfshallen zijn daarvoor in de loop der tijd meerdere keren aangepast. Soms is asbestverwijdering aanleiding voor een verbouwing. In de praktijk wordt dikwijls ad hoc over bouwkundige en installatietechnische aanpassingen besloten. Deze worden vervolgens gerealiseerd door een beperkt netwerk van gespecialiseerde aannemers en installateurs. Het gevolg van deze gang van zaken is dat het energieconcept vaak weinig samenhang meer vertoont. Verbetering is mogelijk door integraal naar klimatisering en energiegebruik te kijken en door energiemaatregelen te koppelen aan momenten van groot onderhoud of verbouwing.

Vaak geven bedrijven bij functieverandering of groei de voorkeur aan sloop/nieuwbouw boven renovatie. Reden is dat de economische levensduur van een bedrijfshal vaak aanzienlijk korter is dan de technische levensduur. Dat geldt vooral in de sectoren opslag en distributie. Voor deze functies zijn veel oudere bedrijfshallen te laag. Dan is renovatie bijna geen optie. Nieuwbouw biedt een eenmalige kans om een lage energiebehoefte te koppelen aan een hoge kwaliteit, een gezond binnenklimaat en een moderne uitstraling. Duurzaamheid kan worden gerelateerd aan BREEAM- of andere certificeringen.



Bedrijventerreinen worden gerevitaliseerd

Gemeenten en bedrijvenverenigingen willen de economische vitaliteit van bedrijventerreinen bevorderen door een integrale verbeterslag op terreinniveau. De openbare ruimte wordt aangepakt en er komt vaak een vorm van parkmanagement met gezamenlijke diensten op het gebied van beveiliging, groenonderhoud, marketing, inkoop van energie en uitwisseling van (rest)warmte. Een aanpak op terreinniveau kan individuele investeringen op gebouwniveau lonend maken. Juist voor gedateerde bedrijfshallen kan dat een trigger zijn voor integrale renovatie of voor sloop en vervangende nieuwbouw. Revitalisering van bedrijventerreinen valt verder buiten het bestek van deze whitepaper.

Arbeidsomstandigheden worden belangrijker

Er wordt steeds meer waarde verbonden aan goede arbeidsomstandigheden. Vooral in tijden met een krappe arbeidsmarkt is het belangrijk daar gevolg aan te geven. Bovendien schuift de pensioenleeftijd op en moeten we de voorwaarden creëren dat mensen langer inzetbaar kunnen zijn. Het is ook belangrijk te beseffen dat zomers langer en warmer worden. Koeling is vaak geen luxe meer. Ook daglichttoetreding speelt een steeds grotere rol. Verbetering van arbeidsomstandigheden in een bedrijfshal gaat voor een belangrijk deel hand in hand met maatregelen op het gebied van isolatie en klimatisering.

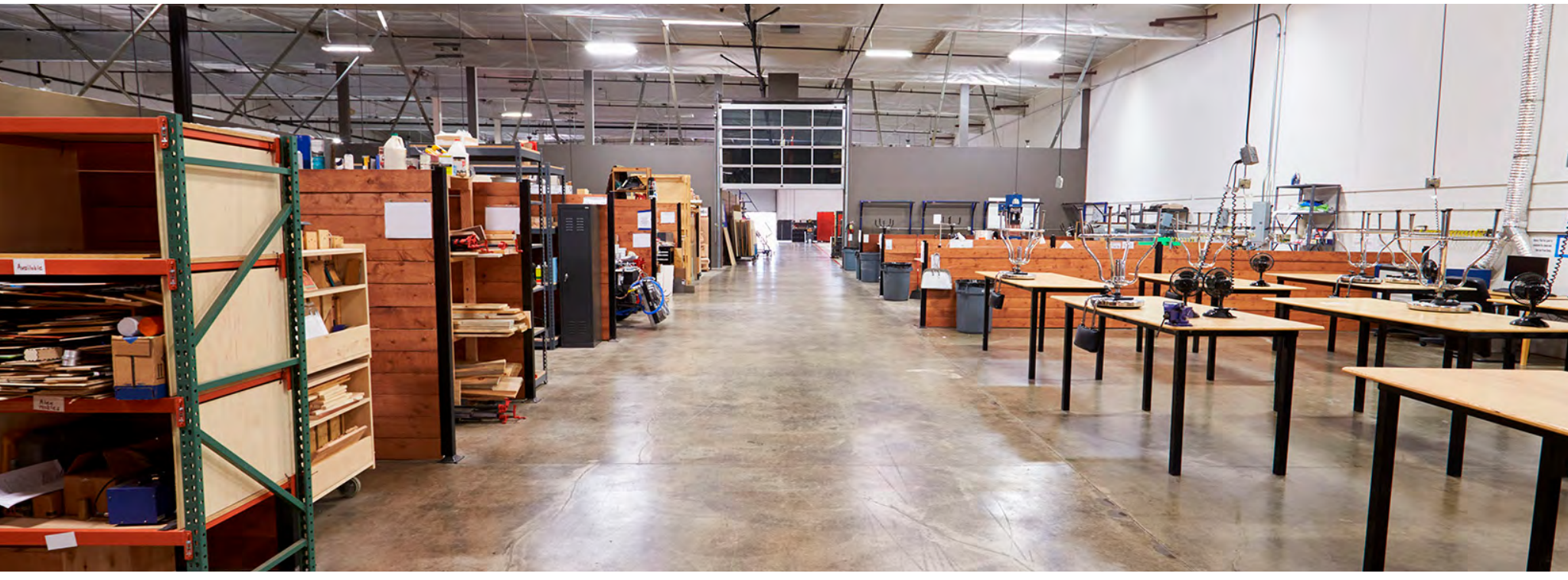




Foto © André Dümmer

INTERMEZZO

HET BREDE TERREIN VAN DUURZAAMHEID

Het thema 'duurzaamheid' blijft niet beperkt tot energie. Het is breder. Het gaat erom rekening te houden met alle effecten op de leefomgeving, zowel bij bouw, in de gebruiksfase als bij renovatie of sloop. Naast de uitstoot van CO_2 door het gebruik van fossiele brandstoffen gaat het onder meer om waterhuishouding, biodiversiteit en materiaalgebruik. Deze whitepaper beperkt zich verder tot gebruik en productie van energie, maar andere aspecten van duurzaamheid spelen ook een rol.

WATERHUISHOUDING

Steeds meer delen van Nederland hebben te kampen met lange perioden van droogte, wateroverlast door extreme neerslag en verzilting als gevolg van een stijgende zeespiegel. Gemeenten, provincies en waterschappen voeren daarom beleid om neerslagwater te bufferen, gescheiden af te voeren en vertraagd te infiltreren en om het gebruik van drinkwater te

beperken. Bedrijfshallen in Nederland hebben een gezamenlijk dakvlak zo groot als het eiland Texel. Gezien dit grote areaal ligt hier een bijzondere opgave. Buffering van neerslagwater op een (groen) dak is theoretisch mogelijk. In de praktijk is de dakconstructie hiervoor vaak echter niet sterk genoeg. Er zijn vaak wel kansen voor opvang van hemelwater in oppervlaktewater of in ondergrondse tanks. Er zijn koppelkansen door het water te gebruiken in een truckwasbedrijf of als bluswaterbuffer.

BIODIVERSITEIT

De biodiversiteit in Nederland staat sterk onder druk. In de natuurambitie 'Nederland Natuurpositief' (2019) van provincies en het ministerie van LNV staat dat zij de natuur niet alleen in natuurgebieden wil versterken maar ook elders. Daarbij is er bijzondere aandacht voor de rol die bedrijventerreinen kunnen spelen. Er doen zich interessante kansen voor. Het landgebruik op bedrijventerreinen verschilt namelijk van andere gebieden. De platte daken, de doorgaande groenstroken op bedrijventerreinen en de nachtelijke rust rond bedrijfshallen is voor veel dieren aantrekkelijk. Sommige beschermde planten en dieren vinden juist hier hun habitat. Er zijn volop kansen om deze groene kwaliteiten te versterken en daarmee de biodiversiteit in ons land te vergroten. Het versterkt ook de kwaliteit van het vestigingsmilieu voor bedrijven. Natuur biedt een uitgelezen kans om een werkomgeving met toekomstwaarde te realiseren.

CIRCULARITEIT

Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten (Transitieagenda 2018). Bij bedrijfshallen zijn er mogelijkheden voor circulaire productkeuzes bij het vervangen van de thermische schil. Daarnaast kan worden gekeken of bij de sloop van een bedrijfshal materialen opnieuw kunnen worden ingezet. Er bestaat al een

levendige handel in tweedehands constructieonderdelen, zoals stalen balken, kolommen en dakspanten. Ook dat is circulair. Overal ter wereld ontwikkelen leveranciers circulaire producten voor de bouw en producten met een beduidend lagere milieubelasting. Een voorbeeld dat ook relevant is voor bedrijfshallen: isolerende sandwichpanelen voor gevels, vervaardigd uit biobased materialen. Een ander voorbeeld is PV-folie: een dunne laag fotovoltaïsch materiaal geplaatst op een flexibele onderlaag. Een dak met te weinig draagkracht voor zonnepanelen, kan hierdoor toch worden benut voor winning van zonne-energie.

DUURZAAM PERSONEELSBELEID

Menselijk kapitaal is onvervangbaar. Een gezond personeelsbeleid maakt werknemers duurzaam inzetbaar. Dan zijn ziekteverzuim en personeelsverloop beperkt. Een belangrijk onderdeel van een duurzaam personeelsbeleid is de kwaliteit van de werkomgeving. Daglicht, verse lucht, een aangename temperatuur en groen in de buitenruimte zijn basisvereisten. Goede arbeidsomstandigheden en duurzame energiemaatregelen houden vaak verband met elkaar. Ook hier snijdt het mes dus aan twee kanten.





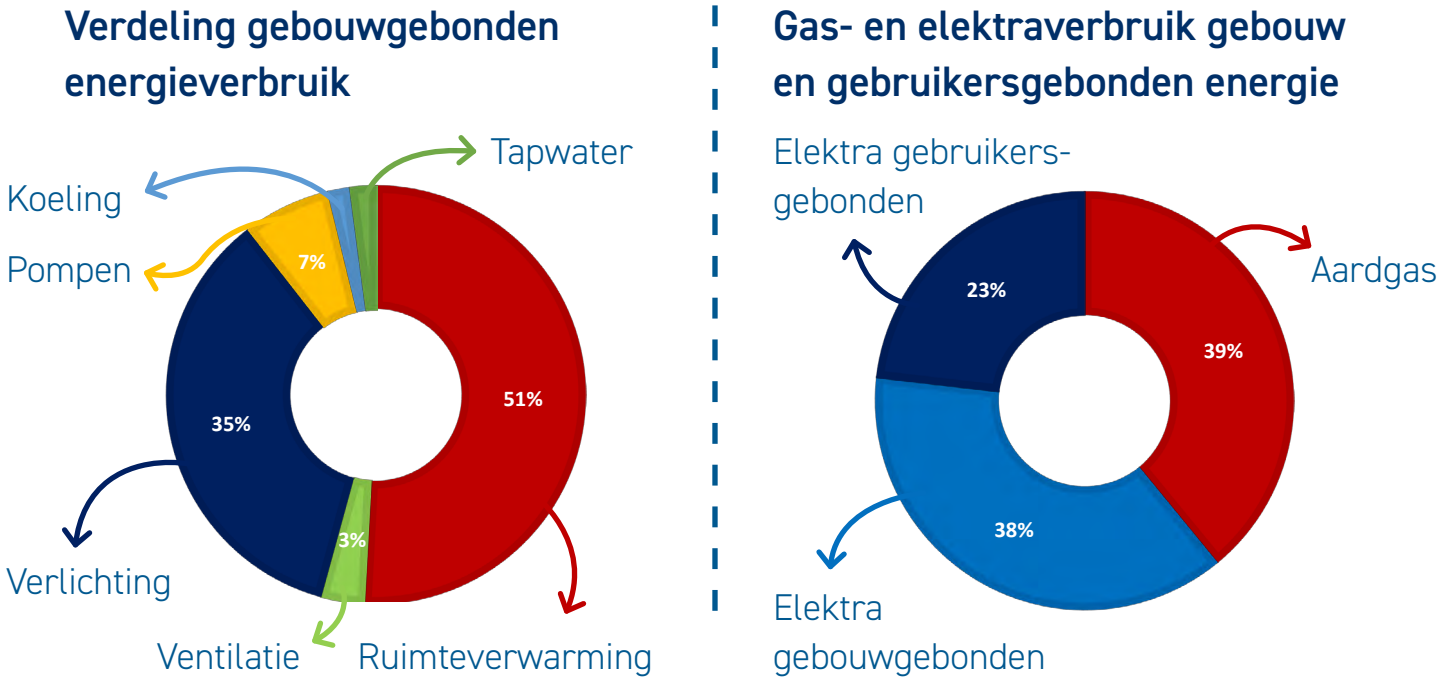
ENERGIEHUISHOUDING EN VERBETERKANSEN

Gebouwgebonden energie wordt gebruikt voor verwarmen, koelen, verlichting en hulpenergie voor installaties. Aan de andere kant komt er energie vrij in de vorm van restwarmte en is er vaak een aanzienlijk dakvlak dat kan worden gebruikt voor opwekking van zonne-energie. Hoe ziet de energiehuishouding in een bedrijfshal eruit en welke kansen voor verbetering zijn er?

Huidig energiegebruik

In deze whitepaper laten we energie die nodig is voor het primaire bedrijfsproces buiten beschouwing. We beperken ons tot het gebouwgebonden energiegebruik. Bij wijze van voorbeeld hebben we in onderstaande figuur voor een groothandel aangegeven waar die voor wordt gebruikt.

ENERGIEVERBRUIK BIJ EEN GROOTHANDEL



Afb. 2. Energieverbruik bij een groothandel.

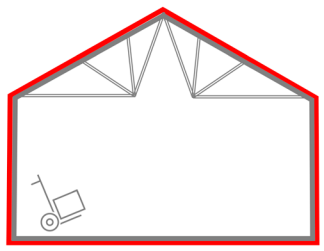
Bron: Verkenning Utiliteitsbouw, ECN, 2017

Links is het gebouwgebonden energieverbruik weergegeven. Ruimteverwarming (51%) en verlichting (35%) zijn veruit de grootste posten. Rechts staat het totale energiegebruik. Te zien is dat het gebouwgebonden deel 77% van het totaal uitmaakt (waarbij het aandeel aardgas ongeveer even groot is als het aandeel elektriciteit). Het gebruikersgebonden deel is 23%. Daarbij gaat het om elektriciteit die nodig is voor het primaire bedrijfsproces. In andere sectoren ligt de verdeling ongetwijfeld anders. Toch kunnen we ook daar verwachten dat veel winst te halen is bij verwarming en verlichting.

Categorisering

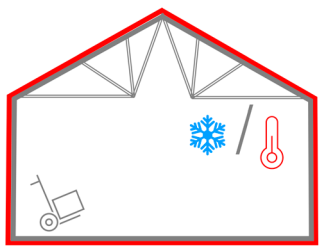
Om iets specifieker te kijken naar mogelijke energiemaatregelen, maken we een indeling van bedrijfshallen in zes categorieën. Aan de ene kant bedrijfshallen die uitsluitend dienen voor de opslag van goederen, naast bedrijfshallen waar ook mensen werkzaam zijn en waar dus klimatisering nodig is. Aan de andere kant bedrijfshallen die niet of matig geïsoleerd zijn en hallen die dat wel zijn.

HOOFDINDELING BEDRIJFSHALLEN NAAR MATE VAN ISOLATIE EN KLIMATISERING



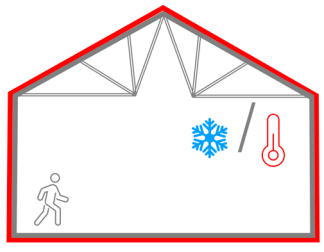
Categorie 1

Niet of matig geïsoleerde bedrijfshal die niet geklimatiseerd is. De hal dient uitsluitend voor opslag van goederen. Mensen zijn er korte tijd om goederen op te halen of weg te zetten.



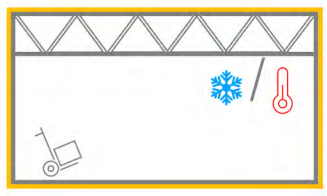
Categorie 2

Niet of matig geïsoleerde bedrijfshal die geklimatiseerd is voor opslag van goederen. Het gaat niet alleen om verwarming, maar steeds vaker ook om koeling. Mensen zijn korte tijd aanwezig om goederen op te halen of weg te zetten.



Categorie 3

Niet of matig geïsoleerde gebouwschil. De hal is geklimatiseerd omdat hier mensen gedurende een langere periode achtereen werken. Er is verwarming en soms ook koeling.



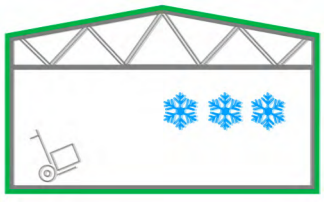
Categorie 4

Geïsoleerde en geklimatiseerde bedrijfshal voor de opslag van goederen. Mensen verblijven er kortstondig om materialen op te halen of weg te zetten. Er is verwarming en steeds vaker ook koeling.



Categorie 5

Geklimatiseerde hal met geïsoleerde gebouwschil. Er is verwarming en soms ook koeling omdat hier mensen gedurende een langere periode achtereen werken.



Categorie 6

Koel- en vrieshuizen voor gekoelde opslag. Mensen komen hier uitsluitend kortstondig om goederen weg te zetten of op te halen. De gebouwschil is optimaal geïsoleerd.

De niet of matig geïsoleerde bedrijfshallen (1, 2 en 3) zijn gevisualiseerd met een hellend dak. Niet voor niets. Het gaat hierbij in de meeste gevallen om oudere gebouwen. Deze zijn veelal inderdaad met een hellend dak uitgevoerd. Nieuwere bedrijfshallen (globaal vanaf de jaren '90) zijn meest uitgevoerd met een plat dak. Dat zijn tevens bedrijfshallen waarbij er meer aandacht is besteed aan thermische isolatie. Veel bedrijfshallen hebben een apart deel voor kantoor of showroom. Dat deel is met meer of minder kwaliteit afgescheiden van de rest van de hal en apart geklimatiseerd. Bedrijfshallen voor gekoelde opslag hebben altijd optimale thermische isolatie.





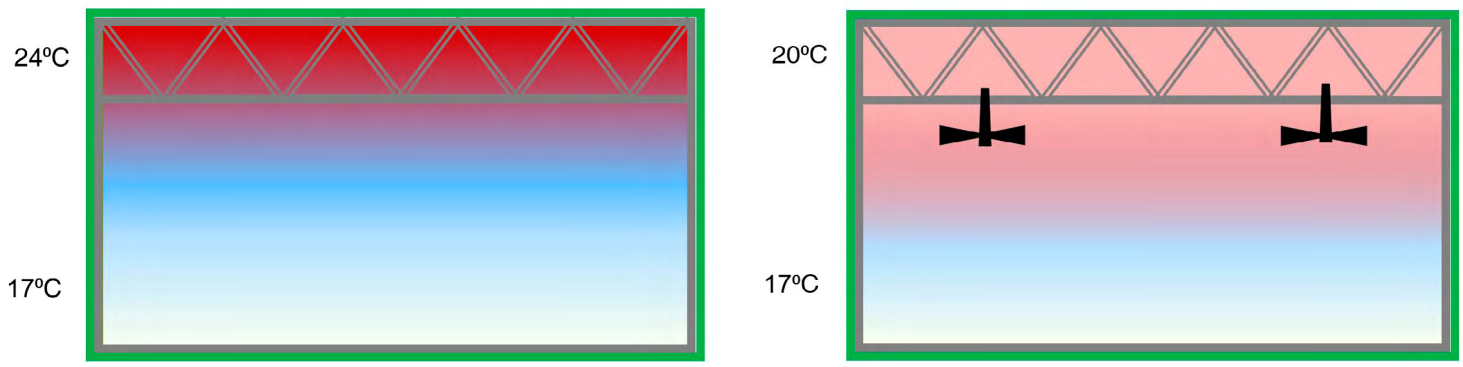
INTERMEZZO

WARM, WARMTE EN VERWARMING

Ruimteverwarming is de grootste energiegebruiker in bedrijfshallen. Enig begrip van de fysica van verwarming helpt bij de keuze voor een efficiënt verwarmingsconcept.

Warmte stijgt op

Iedereen kent het principe dat warmte opstijgt. In een bedrijfshal telt dat vanwege de gebouwhoogte extra. Als de hal op leefniveau wordt verwarmd tot 17 graden Celsius, kan de temperatuur dicht onder het dak gemakkelijk oplopen tot 24 graden Celsius (zie afb. 3. linker figuur). Door het grotere verschil tussen de temperatuur onder het dak en de buitenlucht gaat, zeker bij slecht geïsoleerde gebouwen, veel energie verloren. Een ventilator (downblower) kan zorgen voor recirculatie: een luchtbeweging waardoor warmte zich beter door de gehele ruimte verspreidt (zie afb. 3. rechter figuur). Een te sterke luchtstroming kan echter hinderlijk zijn en een gevoel van tocht veroorzaken. Ventilatoren met grote langzaam draaiende schoepen kunnen hier een oplossing voor zijn. In de zomer kan met dergelijke ventilatoren de gevoelstemperatuur een aantal graden worden verlaagd.



Afb. 3. Het effect van ventilatoren die gebruikt worden als downblower is dat een hoge temperatuur onder het dak wordt beperkt (bron: Nieman RI).

Verwarming op een hoge temperatuur: snel en gericht

Met een aardgasgestookte heater wordt de lucht in de ruimte op een hoge temperatuur verwarmd. Zo'n heater gebruikt relatief veel aardgas, maar zorgt ervoor dat snel de gewenste temperatuur wordt bereikt. Bovendien is het mogelijk de warmte enigszins te richten: daar waar nodig. Dat laatste is een tijdelijk effect. Na enige tijd is toch de gehele luchtinhoud van de hal verwarmd. Ook als de gebouwschil slecht is geïsoleerd, krijgt een heater de hal wel warm. In een slecht geïsoleerde hal wordt vaak een (te) hoog vermogen geïnstalleerd om warmteverlies probleemloos te compenseren. Deze vorm van verwarmen gaat echter gepaard met een forse energieverspilling. Een hr-heater geeft een hoger rendement, maar het resultaat is pas merkbaar als ook de isolatie van de hal wordt verbeterd.

Verwarming op lage temperatuur: traag maar energie-efficiënt

Verwarming op een lage temperatuur (vloerverwarming) kan energie-efficiënter zijn dan verwarming op een hoge temperatuur. Bovendien kan de verwarming dan worden gevoed met een (zeer rendabele) warmtepomp. Laagtemperatuurverwarming werkt echter traag. Dat is dus alleen aan te raden in een bedrijfshal waar continu verwarming nodig is. Bovendien gaat het alleen goed als de hal goed geïsoleerd is en er bijvoorbeeld geen industriedeuren zijn die telkens opengaan of lang geopend blijven.

Stralingspanelen voor vaste werkplekken

Stralingspanelen of IR-panelen verwarmen niet de lucht maar de objecten in een ruimte, bijvoorbeeld aanwezige mensen. Door de stralingswarmte voelt het warm aan, ook al is de omringende lucht relatief koel. Stralingspanelen kunnen effectief zijn in een bedrijfshal waar mensen een vaste werkplek hebben of maar kort aanwezig zijn. Een bewegingssensor kan de panelen automatisch aan- en uitzetten, afhankelijk van de aanwezigheid van mensen. In combinatie met een algeheel verlaagde luchttemperatuur in de hele hal en het aanstralen van de werkplekken kan zo energiebesparing worden gerealiseerd.



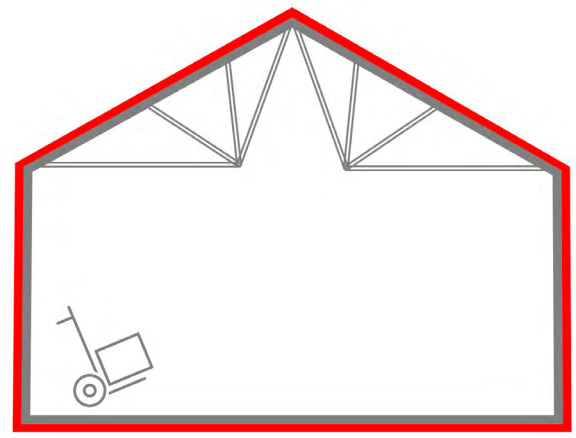


AANGRIJPINGSPUNTEN VOOR ENERGIEMAATREGELEN

In deze paragraaf geven we een nadere beschrijving van de zes hoofdgroepen en geven we aan waar koppelkansen zijn om te komen tot een integrale verbetering. Met een koppelkans bedoelen we dat een energiemaatregel ook bijdraagt aan bijvoorbeeld een betere uitstraling, het wegwerken van achterstallig onderhoud, betere arbeidsomstandigheden, comfort of minder onderhoud in de toekomst.

Categorie 1





Deze categorie omvat duizenden oudere bedrijfshallen waar oorspronkelijk geen klimatisering aanwezig was. Deze hallen worden vaak aangetroffen op de eerste generatie bedrijventerreinen en zijn veelal gebouwd tot de jaren zeventig. Met de oliecrises markeerde deze periode een omslag in denken over het belang van energiebesparing. Inmiddels zijn deze oude bedrijfshallen aan hun tweede of derde functie toe. De bedrijvigheid die er nu nog is, is vaak marginaal.

Een bijzondere groep wordt gevormd door bedrijfshallen in cultuurhistorisch waardevolle gebieden. Deze verdienen specifieke aandacht maar blijven hier verder buiten beschouwing.

Bouwkundig

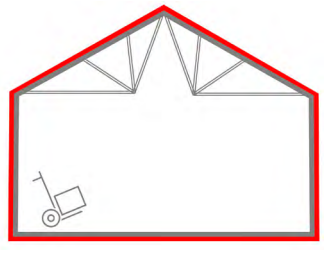
De gevels van bedrijfshallen in deze categorie zijn soms van baksteen. Vaker is enkel staalplaat gebruikt, eventueel voorzien van minerale wol spandekens. Ook de eerste generatie sandwichgevels komen voor. Voor een kantine of een werkplaats is soms een binnenconstructie gemaakt: een eenvoudige constructie zonder thermische kwaliteit. De meeste bedrijfshallen in deze categorie hebben een hellend dak uitgevoerd in staalplaat. Ook een ongeïsoleerd bitumendak komt voor.

Installaties

Incidenteel is er naderhand verwarming geïnstalleerd op basis van gas-heaters. Er is geen ventilatie en er komt weinig of geen daglicht binnen. Verlichting gebeurt veelal met conventionele tl-lampen. Wanneer er mensen werken, staat vaak langere tijd de industriedeur open om voldoende daglicht en verse lucht binnen te krijgen.

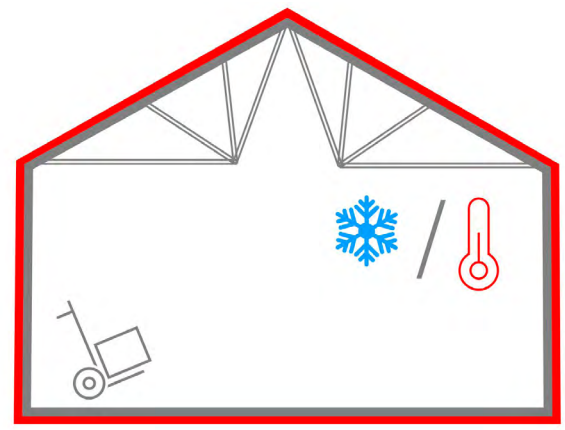
Verbeterkansen

Er zijn veel mogelijkheden om deze bedrijfshallen energetisch te verbeteren. Daar zijn echter relatief grote investeringen voor nodig terwijl het einde van de technische levensduur van deze bedrijfshallen in zicht is. De vraag dringt zich op of sloop, gevolgd door nieuwbouw niet de meest voor de hand liggende optie is. Als dat geen optie is, zijn er bijvoorbeeld bij dakrenovatie mogelijkheden om het dak te isoleren en tegelijkertijd te voorzien van PV-panelen. Houd hierbij rekening met de draagconstructie van het dak en de hogere benodigde stroomaansluiting. Lokale verwarming van werkplekken met IR-verwarming is in deze bedrijfshallen vaak energiezuiniger dan het verwarmen van de gehele hal met gas-heaters.

CATEGORIE 1	VERBETERKANSEN
	• Bij upgrading: verbetering van de thermische schil. • Voor verwarmde werkplekken: een geïsoleerde doos-in-doosconstructie. • Werkplekken verwarmen met ir-verwarming. • Vervangen conventionele heater door een hr-heater. • Vervangen tl-verlichting door ledlampen. • Deur: hoge open- en sluitsnelheid, dockshelter, luchtgordijn. • Plaatsen van pv-panelen bij dakrenovatie.
	KNELPUNTEN
	• Nieuwbouw misschien beter dan renoveren • Omgeving vraagt over het algemeen ook aanpak

Categorie 2





In deze categorie gaat het om gedateerde bedrijfshallen voor de opslag van producten en/of materialen. Vaak is er een herkenbaar kantoorgedeelte in de vorm van een afgescheiden ruimte.

Bouwkundig

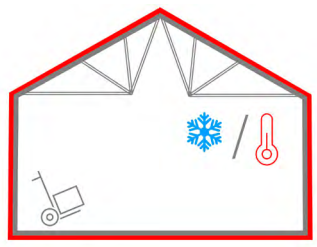
De gevel bestaat uit enkele staalplaat. Gemetselde gevels komen ook voor. Vaak is de gevel niet of matig geïsoleerd met minerale wol spandekens. In veel gevallen is gevelbeplating aan vernieuwing toe. Soms is de gevel al een keer visueel opgeknapt met een nieuwe buitenbekleding, echter vaak zonder ook de isolatie te verbeteren.

Installaties

In de bedrijfshal is er veelal klimatisering aanwezig in de vorm van gas-heaters. In een eventueel kantoorgedeelte is vaak een conventionele cv-ketel op aardgas geïnstalleerd, soms gecombineerd met een losse airco. Tussen kantoor en hal is echter geen thermische scheiding. Verlichting vindt plaats met conventionele tl-lampen.

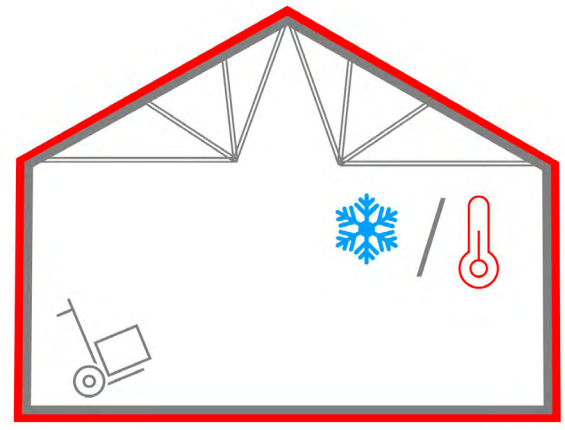
Verbeterkansen

Deze bedrijfshallen zijn nog in gebruik, maar de investeringshorizon is veelal beperkt. Als de omgeving voldoende economische vitaliteit heeft, is een integrale verbeterslag misschien haalbaar. Bijvoorbeeld door vernieuwing van de gevel met sandwichpanelen. Dan krijgt een hal weer een moderne uitstraling, terwijl tegelijk het binnenklimaat aanzienlijk verbetert. Een eventueel kantoorgedeelte dat apart verwarmd wordt, kan apart worden geïsoleerd (doos-in-doosconstructie). In het kantoorgedeelte is luchtverversing ook van groot belang. Zeker bij het isoleren van de bedrijfshal (of delen daarvan) is aandacht voor luchtverversing essentieel. Ingrepen met een kortere investeringshorizon zijn toepassing van ledverlichting, verbetering van industriedeuren en (betere) thermische isolatie van kantoordelen.

CATEGORIE 2	VERBETERKANSEN
	• Gevelbeplating vervangen door geïsoleerde (sandwich)panelen. Hierdoor verbetert de isolatiewaarde en krijgt de hal weer een modern uiterlijk. • Voor kantoorfuncties: geïsoleerde doos-in-doosconstructie of isoleren scheidingswand; plaatsen HR++-glas in kantoor. • Vervangen conventionele heater door hr-heater en/of een bivalent systeem voor het kantoordeel. • Vervangen tl-verlichting door ledlampen. • Deur: hoge open- en sluitsnelheid; geïsoleerde deur bij verwarmde hal.
	KNELPUNTEN
	• Hoewel nog wel in gebruik, neemt bedrijvigheid in omgeving af. • Vaak is de investeringscapaciteit van de gebruiker beperkt.

Categorie 3





Deze categorie betreft een groot aantal niet of matig geïsoleerde bedrijfshallen. Deze staan vaak op eerste generatie bedrijventerreinen waar in de loop der jaren verschillende functies zijn ontstaan. Vaak is er een herkenbaar kantoor met een betere kwaliteit van de buitenschil. Er zijn ook veel bedrijfshallen met een gedeelte dat in gebruik is als detailhandel of showroom.

Bouwkundig

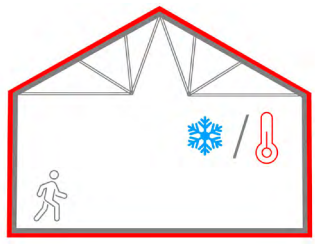
Gevel en dak bestaan meestal uit enkel staalplaat afgewerkt met minerale wol spandeken. Meer recente hallen hebben soms ‘Dupanel’ systeemwanden of vergelijkbare constructies. Gemetselde gevels komen ook voor. Meestal is de isolatiewaarde van de schil matig tot slecht. Bovendien is er geen adequate thermische scheiding tussen de hal en het kantoor- of showroomdeel.

Installaties

Er is doorgaans geen installatie voor ventilatie. Verwarming vindt plaats met gas-heaters. Het kantoor- of showroomdeel wordt verwarmd met een conventionele cv-ketel op aardgas. Verlichting gebeurt meestal met traditionele tl-lampen.

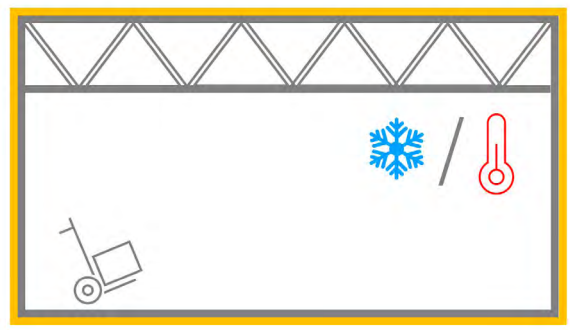
Verbeterkansen

Voor deze hallen wordt de investeringshorizon vaak bepaald door de toekomstvisie voor het bedrijventerrein waar ze staan. Soms is vernieuwing van de gevel mogelijk door de bestaande gevelbeplating te vervangen door sandwichpanelen. Dat is een forse ingreep, maar daardoor wordt het warmteverlies teruggedrongen en krijgt het gebouw meer een modern uiterlijk. Een eventueel kantoorgedeelte dat apart verwarmd wordt, kan worden verbeterd door een goede thermische schil te realiseren met een doos-in-doosconstructie. Daarbij is ook aandacht nodig voor luchtverversing. Door deze ingrepen zal het verblijfsklimaat in het kantoorgedeelte er aanzienlijk op vooruit gaan. Ingrepen met een kortere investeringshorizon zijn toepassing van ledverlichting en verbetering van industriedeuren en (betere) thermische isolatie van delen die in gebruik zijn als kantoor en/of showroom.

CATEGORIE 3	VERBETERKANSEN
	• Gevelbeplating vervangen door geïsoleerde (sandwich)panelen. Hierdoor verbetert de isolatiewaarde en krijgt de hal weer een modern uiterlijk. • Voor een kantoor of showroomdeel: een geïsoleerde doos-in-doosconstructie aanbrengen. Bestaande scheidingen (met verschillende temperatuur) thermisch isoleren. • Vervangen conventionele heater door hr-heater en conventionele cv door hr-ketel. • Vervangen tl-verlichting door ledlampen. • Deur: hoge open- en sluitsnelheid; geïsoleerde deur bij verwarmde hal.
	KNELPUNTEN
	• Vaak is de investeringscapaciteit van de (eind)gebruiker beperkt. • Er is onduidelijkheid over toekomst van het bedrijventerrein. • Vaak ontbreekt de noodzaak tot verbeteren.

Categorie 4





Op bedrijventerreinen staat een groot contingent geklimatiseerde bedrijfshallen met een aanzienlijke resterende technische en economische levensduur. De hallen zijn veelal bedoeld voor op- en overslag van producten en materialen en zijn voor die functie nog steeds in gebruik. In een deel van deze hallen vindt ook productie plaats of bijvoorbeeld onderhoud aan machines en voertuigen. Er is veelal een kantoor en/of kantine in een afgescheiden ruimte. Deze functie is ondergeschikt aan de bedrijfshal zelf.

Bouwkundig

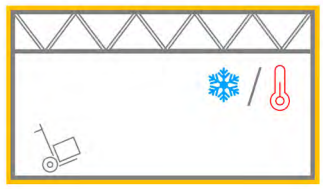
Deze hallen zijn over het algemeen gebouwd met een binnendooscon-structie met thermische onderbreking of sandwichpanelen en hebben een warmdakconstructie. De gevels behoeven nauwelijks onderhoud. De dakbedekking moet gemiddeld eens per vijftien tot twintig jaar worden vernieuwd, afhankelijk van het type.

Installaties

Er is een beperkte vorm van klimatisering aanwezig om een stabiele binnentemperatuur te realiseren. Verwarming vindt plaats met gas-heaters. Verlichting gebeurt met tl-lampen en incidenteel met hf-lampen.

Verbeterkansen

Afhankelijk van de technische en economische levensduur die een hal nog heeft, zijn diverse investeringen mogelijk. Gekoppeld aan periodiek onderhoud van het dak zijn er soms mogelijkheden voor betere thermische isolatie en de plaatsing van zonnepanelen. In het kantoorgedeelte is luchtverversing ook van groot belang. Zeker bij het isoleren van de bedrijfshal (of delen daarvan) is aandacht voor luchtverversing essentieel. Daarnaast zijn er bij onderhoud of vervanging van bestaande installaties mogelijkheden om te investeren in installaties met een verbeterd rendement. De Erkende Maatregelenlijst laat een bruikbare denkrichting zien.

CATEGORIE 4	VERBETERKANSEN
	• Verbeteren isolatie (en draagkracht) dak bij regulier onderhoud. • Gevelisolatie verbeteren als visuele upgrade gewenst wordt. • Bestaande scheidingen (met verschillende temperatuur) thermisch isoleren. Als er nog geen scheiding is een geïsoleerde doos-in-doosconstructie bouwen. • Vervangen heaters door hr-heaters of door warmtestralers met downblower. • Vervangen tl-verlichting door ledlampen. • Deur: hoge open- en sluitsnelheid; geïsoleerde deur bij verwarmde hal (bijvoorbeeld bij vervanging door aanrijdschade). • Afhankelijk van bedrijvigheid: dockshelters of luchtgordijn. • Bij dakonderhoud: plaatsen pv-panelen of pv-folie.
	KNELPUNTEN
	• Financiële noodzaak voor verduurzaming ontbreekt; koppelkansen zijn noodzakelijk. • Scheiding eigendom en gebruik (split incentive) kan een belemmering vormen. Huurder en verhuurder moeten dan overeenstemming bereiken. • Bij uitbreiding of als een hogere ruimte nodig is, is nieuwbouw vaak de beste optie.

Categorie 5





Het gaat hier om een jongere generatie bedrijfshallen bedoeld voor productie en/of opslag van producten in combinatie met andere functies zoals kantoor en showroom. In de hal zijn regelmatig mensen werkzaam.

Bouwkundig

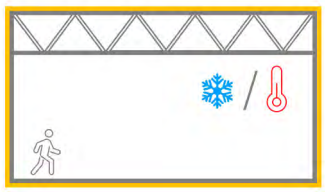
Deze hallen kennen over het algemeen een thermisch onderbroken binnendoosconstructie voor gevel en dak, of sandwichpanelen en een warmdakconstructie. De schil is optimaal geïsoleerd. Een kantoor- of showroomgedeelte is altijd bouwkundig gescheiden. Soms is er tussen de hal en het kantoorgedeelte een geïsoleerde thermische scheiding.

Installaties

Klimatisering is mede gericht op het verblijven van mensen. In het bedrijfshaldeel zijn daarvoor veelal hr-heaters en/of plafondstralers geïnstalleerd. Het gedeelte met kantoor en/of showroom heeft meestal een conventionele cv-ketel op aardgas, eventueel gecombineerd met een airco (split-units). De jongste generatie van dit type bedrijfshallen heeft niet altijd meer een gasaansluiting. In dat geval wordt vaak een warmtepomp in combinatie met vloerverwarming toegepast, waar nodig gecombineerd met elektrische werkplekverwarming (plafondstralers of IR). Voor verlichting zijn er tl-lampen of tl-hf-lampen. Incidenteel is er ledverlichting toegepast. Het dak wordt in het algemeen nog niet benut voor pv.

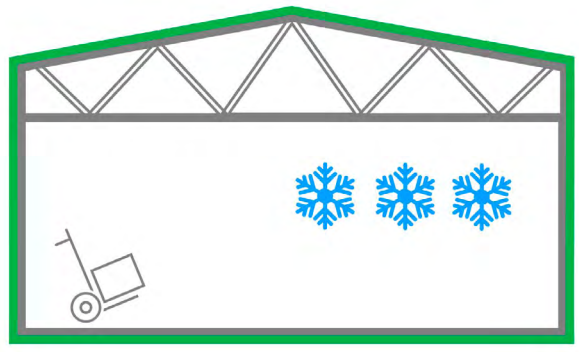
Verbeterkansen

Opvallend is dat bij een aanzienlijk deel van deze jongste categorie bedrijfshallen al een verbouwing heeft plaatsgevonden. Soms is het kantoorgedeelte vergroot of is een doorbraak gerealiseerd voor bijvoorbeeld een showroom. Daarbij worden energetisch niet altijd optimale keuzes gemaakt. Dat impliceert dat er ook behoefte is aan richtlijnen voor (interne) verbouw. Door deze situatie te verbeteren worden het verblijfsklimaat verbeterd en de energiekosten verlaagd. In showroom- of kantoordelen is er bovendien een groeiende behoefte aan koeling. Hiervoor is een goede gebouwschil belangrijk om de energie beperkt te houden en te zorgen voor een optimaal comfort.

CATEGORIE 5	VERBETERKANSEN
	• Bij regulier onderhoud aan het dak: verbeteren isolatie en draagkracht, en benutten dak voor pv-panelen of pv-folie. • Bestaande scheidingen (met verschillende temperatuur) thermisch isoleren. Doorbroken scheidingen herstellen, en/of isolatie en installatie op niveau brengen. • Aandacht voor zomercomfort (zonwering, koeling). • Vervangen tl-verlichting door ledlampen. • Deur: hoge open- en sluitsnelheid; geïsoleerde deur bij verwarmde hal (bijvoorbeeld bij vervanging na aanrijdschade). Afhankelijk van bedrijvigheid: dockshelters of luchtgordijnen. • Laagtemperatuurverwarming of bivalente verwarming voor kantoor/showroom.
	KNELPUNTEN
	• Gebrek aan richtlijnen voor verbouw. Handhaving op bouwregelgeving en gebruiksvoorschriften is in de praktijk afwezig. • Financiële noodzaak voor verduurzaming ontbreekt; koppelkansen zijn noodzakelijk. • Ongecoördineerde verbouwingen en aanpassingen leveren een suboptimaal tussenresultaat met relatief hoog energiegebruik. • Scheiding eigendom en gebruik (split incentive) kan een belemmering vormen. Huurder en verhuurder moeten dan overeenstemming bereiken.

Categorie 6





Op bedrijventerreinen staat een toenemend aantal koel- en vrieshuizen. Deze dienen uiteraard uitsluitend voor de opslag van producten en materialen, waaronder voedingsmiddelen. Afhankelijk van het type is er sprake van hoog aantal transportbewegingen, vooral bij koelhuizen die ook een functie als distributiecentrum hebben.

Bouwkundig

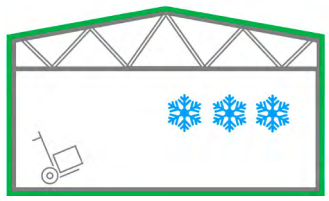
Deze bedrijfshallen hebben een gevel van sandwichpanelen en een warmdakconstructie. De isolatiewaarde is maximaal. Ook interne thermische scheidingen zijn goed op orde. Industriedeuren zijn veelal toegerust met dockshelters. Soms is er ook een beschutte doorrijdhal met tussenklimaat.

Installaties

Voor gekoelde opslag is er een compressiekoelmachine geïnstalleerd. Verwarming is niet van toepassing. Er is meestal alleen lokale verlichting, incidenteel met ledlampen.

Verbeterkansen

Vanuit de primaire functie is er veel aandacht voor thermische kwaliteit en energiegebruik. Hierdoor vormt dit een onderscheiden categorie met een afwijkende koppelkansen. Bij noodzakelijk dakonderhoud is het wellicht mogelijk pv-panelen te plaatsen. Daarnaast zijn er op gebiedsniveau wellicht mogelijkheden voor nuttig gebruik van de restwarmte van de koel- en vriesinstallatie.

CATEGORIE 6	VERBETERKANSEN
	• Benutten dakoppervlak voor pv. • Warmte is als restproduct interessant bij de opzet van een lokaal warmtenet. • Bij vrieshuizen is opslag van restwarmte van koelmachines mogelijk. Deze warmte kan een bijdrage leveren aan de energievoorziening in de omgeving.
	KNELPUNTEN
	• Restwarmte wordt nog vaak gezien als afval en niet beschouwd als hernieuwbare energiebron. • Financiële noodzaak voor verduurzaming ontbreekt. Toch leidt de hoge energiebehoefte tot korte terugverdientijden. Koppelkansen vergroten de haalbaarheid van besparingsmaatregelen. • Er is geen incentive voor participeren om te investeren in lokale energie-uitwisseling. Samenwerking op gebiedsniveau is hiervoor nodig. • Scheiding eigendom en gebruik (split incentive) kan een belemmering vormen. Huurder en verhuurder moeten dan overeenstemming bereiken.

3 EFFICIËNT GEBRUIK VAN ENERGIE

3a. Verwarming en warmteafgifte

Ruimteverwarming is in bedrijfshallen veruit de grootste energie-gebruiker. Veel toegepaste systemen zijn echter niet efficiënt. Een simpele klokthermostaat, in woningen gebruikelijk, ontbreekt in veel bedrijfshallen. Meestal wordt een gasgestookte heater gebruikt die in korte tijd op hoog vermogen een grote ruimte kan verwarmen. De warmte kan enigszins worden gericht. Voor een (gecompartimenteerde) kantoorruimte in de bedrijfshal wordt vaak een afwijkend lokaal systeem toegepast. Meestal is dat een conventionele cv-ketel.



Afb. 7. HR-gasheater (foto Winterwarm Heating Solutions)

Er zijn verschillende opties voor een efficiënter systeem. Wat precies haalbaar is, hangt onder meer af van de warmtevraag, de isolatiewaarde en de aanwezigheid van mensen. In de markt worden soms ook elektrische cv-ketels aangeboden als vervanging van een gasketel. De eisen in het Bouwbesluit staan die toepassing echter niet toe.

Losse componenten die geen onderdeel uitmaken van een systeem voor elektrische ruimteverwarming, zoals infraroodpanelen of een elektrische kachel, worden door het Bouwbesluit niet uitgesloten.

- Een eenvoudige verbeterslag is mogelijk door toepassing van een hr-heater. Ten opzichte van een traditioneel systeem kan dat leiden tot een besparing van circa 15 procent.
- Doordat warme lucht opstijgt, is extra besparing mogelijk door met een ventilator de warme lucht beter door de ruimte te verdelen. Een plafondstraler met downblower maakt gebruik van dit principe. Deze kan ook aangesloten worden op een warmtebron met een lagere temperatuur dan een traditionele gasketel.
- In een bedrijfshal waar gedurende langere tijd mensen op vaste plaatsen werken, bijvoorbeeld in productiehallen en metaalwerkplaatsen, is lokale stralingsverwarming een goede optie. In plaats van de lucht in de hele hal worden dan objecten en mensen aangestraald. Dat kan met zwartstralers (aangesloten op een warmtebron, zoals een gasketel of warmtepomp) of met lokale elektrische IR-stralers. Het aanbod van deze laatste variant neemt sterk toe omdat de techniek verbeterd is en de investeringskosten relatief beperkt zijn.
- Bij zittend werk zijn vormen van lokale verwarming mogelijk. Voorbeelden zijn stoelverwarming en stralingspanelen.
- Een aardgasvrije variant is toepassing van een warmtepomp op basis van bodemwarmte of buitenlucht. Een warmtepomp kan in de zomer zorgen voor koeling. Een warmtepomp levert warmte op een lage temperatuur. Daardoor is dit systeem alleen mogelijk als de hal goed geïsoleerd is. Warmteafgifte is mogelijk met vloerverwarming, radiatoren, convectoren en plafondstralers. Voorwaarde is dat deze geschikt zijn voor temperatuurtrajecten van 30 tot 40 °C (in plaats van 70 tot 90 °C). Aanleg van vloerverwarming is een optie als de betonvloer moet worden gerenoveerd. De vloer kan dan ook worden geïsoleerd.

3a. VERWARMING EN WARMTEAFGIFTE

Verbetermogelijkheden

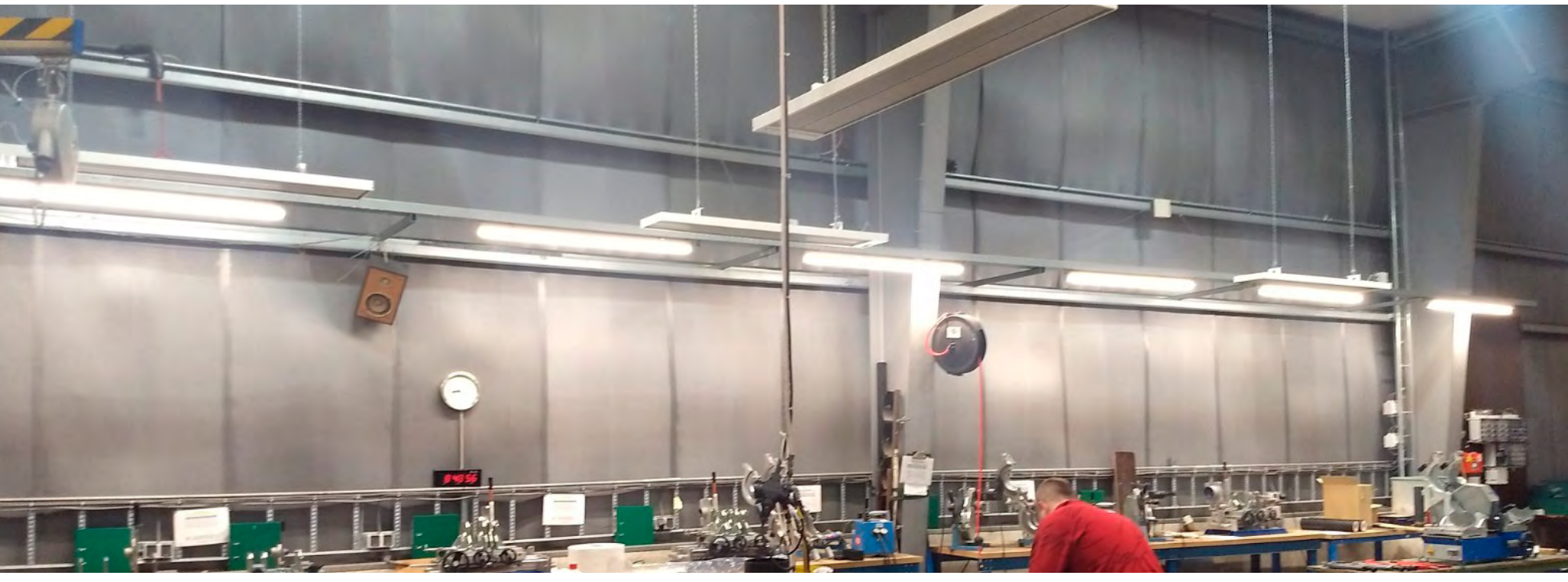
- HR-heater
- IR-stralers
- Warmtepomp met laagtemperatuurverwarming
- Klokthermostaat

Eventuele belemmeringen

- Bij omschakeling naar elektrische verwarming kan het nodig zijn de netaansluiting te verzwaren. Dit speelt vooral bij bedrijfshallen die tot nu verwarmd zijn met gas en waar geen elektriciteit voor productie (krachtstroomaansluiting) nodig is.

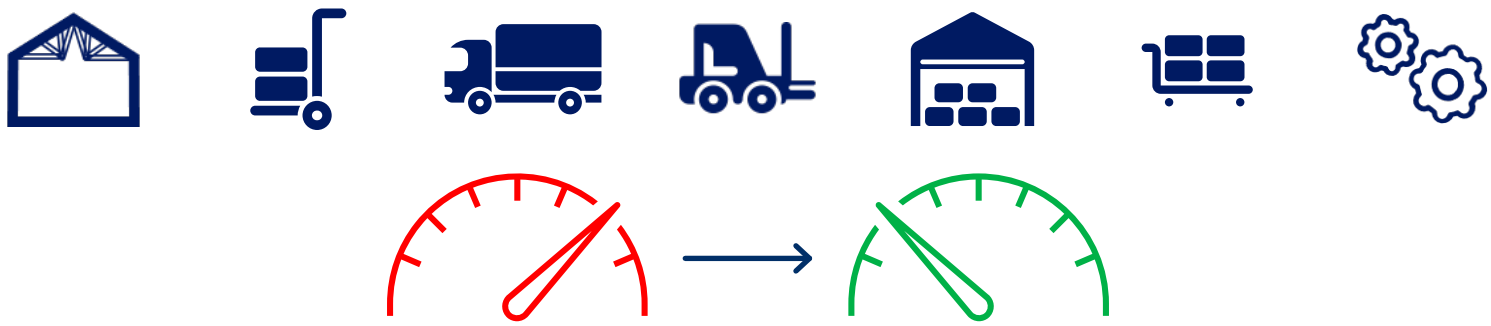
Oplossingen voor knelpunten

- Vooraf (laten) beoordelen van de capaciteit van de elektrische aansluiting



Afb. 8. Elektrische infraroodverwarming in een bestaande bedrijfshal

BEDRIJFSHALLEN: SLIMMER MET ENERGIE



WELKE VERDUURZAMINGSMAATREGELEN KUN JE TREFFEN?



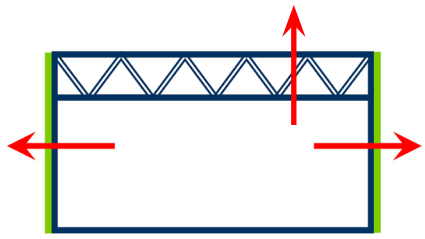
1. Beperken van de energievraag
2. Opwekken van hernieuwbare energie
3. Efficiënt gebruik van energie

1 Beperken van de energievraag

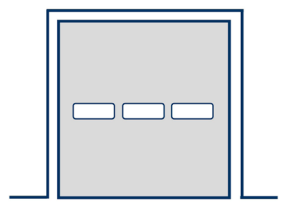
Dakisolatie

Gevelisolatie

Daklichten en ramen

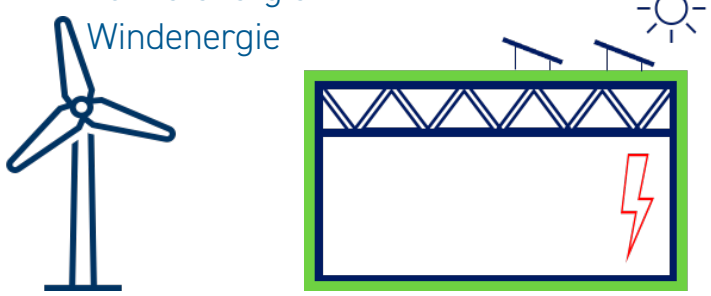


Isolatie van industriedeuren



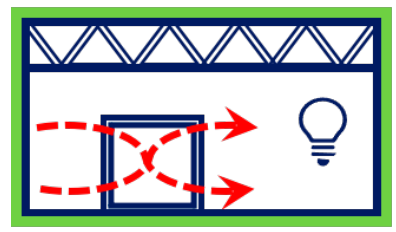
2 Opwekken van hernieuwbare energie

Omgevingswarmte
Zonne-energie
Windenergie



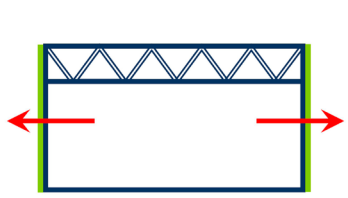
3 Efficiënt gebruik van energie

Verwarming/koeling
Ventilatie
Verlichting

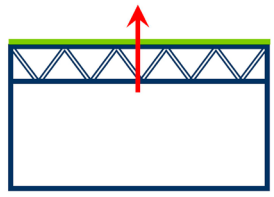


BEDRIJFSHALLEN: SLIMMER MET ENERGIE

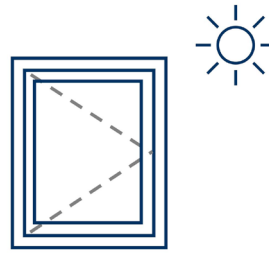
1 Beperken van de energievraag



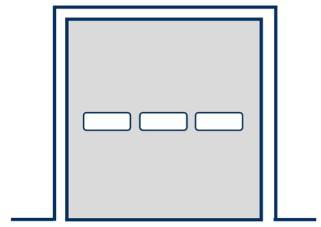
Gevelisolatie
- Na-isolatie met glas- of steenwol
- Sandwichpanelen (vervanging)
- Doos-in-doosconstructie voor geklimatiseerde gedeelten



Dakisolatie
- Na-isolatie aan de bovenzijde, koppelen aan onderhoud dakbedekking

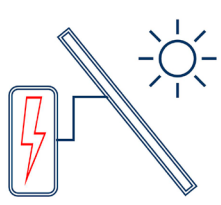


Daklichten en ramen
- Daklichten, lichtstraat of daglichtbuizen
- Ramen in de gevel voorzien van HR++-glas/ zonwerend glas/ zonwering

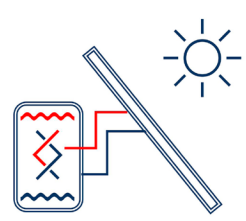


Isolatie van industriedeuren
- Snel sluitende of automatische deuren
- Geïsoleerde deuren (aanrijdbeveiliging toepassen)
- Dockshelter, sluis of luchtgordijn

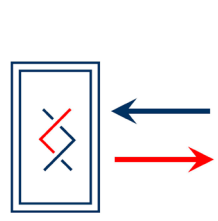
2 Opwekken van hernieuwbare energie



Zonne-energie (PV)
- Plaatsen van PV-panelen op dakvlak
- Let op: aansluitvermogen, brandveiligheid en draagkracht van het dak



Zonne-energie (thermisch)
- Zonnecollectoren, gevelcollectoren voor sanitair water
- PVT-systeem voor sanitair water en opwekking elektra



Omgevingswarmte
- Inzet van een warmtepomp als alternatief voor verwarming op aardgas
- Bron: buitenlucht, bodem, zonne-energie of grondwater



Windenergie
- Collectieve windturbine op gebiedsniveau

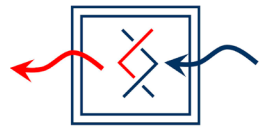
3 Efficiënt gebruik van energie



Verwarming en warmteafgifte
- HR-heater/lokale IR-verwarming
- Klokthermostaten en overwerktimers
- CV-pompen met frequentie-regeling
- Isolatie om leidingen en appendages



Koeling
- Beperken zonbelasting door isolatie en zonwering
- Hoger rendement koelinstallatie
- Inzet PCM's om thermische massa te vergroten



Ventilatie
- Specifieke ventilatievoor-zieningen ter vervanging open ramen en deuren
- Ventilatiesysteem met warmteterugwinning
- Hogere efficiencyklasse elektromotor



Verlichting
- LED-verlichting
- Schakelpatronen en schakeling op basis van aanwezigheid en sensoren om daglichtinval te benutten



AAN DE SLAG

Bij investeringen in duurzaamheidsmaatregelen zijn meerdere partijen met diverse belangen betrokken. Maatregelen worden haalbaar door die belangen op elkaar af te stemmen. Wie zijn die partijen en wat kunnen zij deze stakeholders doen om verduurzaming te realiseren? Welk concreet handelingsperspectief is er voor hen? Afhankelijk van ieders rol in het proces zijn er verschillende aanknopingspunten. Hoe inspireer je elkaar?

Vele stakeholders

Bij bouw, renovatie, beheer en onderhoud van bedrijfshallen worden investeringsbeslissingen vaak ad hoc genomen met een korte tijdshorizon. Vaak wordt gekozen voor standaardoplossingen en ontbreekt het aan een integrale visie. Met het oog op duurzaamheid is integratie juist van groot belang. Door integraal te werken kunnen investeringen worden gecombineerd en is meer haalbaar met hetzelfde geld. Door een brede focus op vernieuwing kunnen alle koppelkansen

worden benut en is duurzaamheid binnen handbereik. Om integratie te bevorderen is inzet van vele stakeholders nodig. De bal ligt niet alleen bij eigenaren en eindgebruikers. Ook voor aanbieders, netbeheerders, parkorganisaties en gemeenten is er een handelingsperspectief.

Eigenaren en huurders

Een aanzienlijk deel van alle bedrijfshallen is eigendom van een exploitatiebedrijf of belegger. De eindgebruiker is huurder. Hierdoor ontstaat een split incentive die investeringen bemoeilijk. Een benadering die uitgaat van de *total costs of ownership* kan uitkomst bieden. Veel maatregelen verdienen zich immers in de loop der tijd terug. Daardoor kan een hogere huursom voor een eindgebruiker uit, terwijl de investering voor een eigenaar hiermee haalbaar wordt.

MKB-bedrijven met één of enkele bedrijfshallen

MKB-ondernemers die als eindgebruiker een bedrijfshal in eigendom hebben, kunnen met verduurzaming aansluiten bij natuurlijke momenten voor investeringen en planmatig onderhoud. Daarvoor is een integrale aanpak nodig geredeneerd vanuit een visie op toekomstwaarde. Het is niet mogelijk om in z'n algemeenheid te zeggen wat wel en niet haalbaar is. Daarvoor zijn er teveel verschillen qua locatie, aard van het gebouw, eigendomsverhouding, bedrijfsactiviteit en bouwkundige en installatietechnische kwaliteit. Vaak speelt ook de persoonlijke interesse van de ondernemer een belangrijke rol.

Grote bedrijven of vastgoedfondsen met meerdere bedrijfshallen

Een deel van het areaal bedrijfshallen is eigendom van ketens van grotere bedrijven. Voorbeelden die we in deze whitepaper hebben genoemd, zijn Ikea en Lidl. Verduurzaming van bedrijfshallen is bij deze bedrijven vaak onderdeel van strategisch assetmanagement. Voor hen is investering in duurzaamheid een strategisch element van een bredere visie op huisvesting en faciliteiten. Verduurzaming leidt tot lagere *total costs of ownership* en een hogere vastgoedwaarde. Duurzaamheid is voor hen bovendien een visitekaartje in het kader van reputatiemanagement.

Adviseurs, installateurs en aannemers

Een integrale aanpak is vaak nodig om duurzaamheidsmaatregelen haalbaar te maken. Dat betekent concreet dat investeringsmomenten zoals planmatig onderhoud van dak of gevel, uitbreiding van een bedrijfshal of vernieuwing van installaties moeten worden benut om tegelijk andere maatregelen te treffen, zoals thermische isolatie of plaatsing van pv-panelen. Kenmerkend bij deze categorie gebouwen is dat een beperkt aantal adviseurs, installateurs en aannemers zit heeft gespecialiseerd in nieuwbouw en renovatie. Het is belangrijk dat zij aan deze samenhang van maatregelen aandacht besteden, ook al worden zij vaak ad hoc en voor een enkelvoudige opdracht ingeschakeld.

Producenten en productontwikkelaars

Bedrijfshallen vormen een belangrijk onderdeel van de Nederlandse gebouwvoorraad. Het loont dus de moeite om voor dit segment specifieke standaardoplossingen te ontwikkelen en aan te bieden. Gezien de structuur van de sector, de diversiteit van eigendomsvormen en de focus op het primaire bedrijfsproces is het logisch daarbij ook aandacht te besteden aan eenvoudige implementatie in techniek en proces.

Netwerkbedrijven

Netbeheerders hebben te maken met steeds zwaardere belasting van hun netten. Vooral omdat meer afnemers beurtelings ook producent van elektriciteit zijn. Veel bedrijfshallen hebben een relatief zwakke elektriciteitsaansluiting. Deze aansluiting is vaak niet zondermeer geschikt voor overschakeling op elektrisch verwarmen en/of aansluiting van veel pv-panelen. Met de uitfasering van aardgas, wordt er bovendien meer verwacht van warmtenetten.

Parkmanagers

Een modern bedrijventerrein is méér dan de optelsom van losse bedrijfsgebouwen. Bedrijven in steeds meer sectoren hechten waarde aan extra's: een mooie buitenruimte en collectieve voorzieningen zoals beveiliging, milieuzorg, energiemanagement en vervoerscoördinatie. Op parkniveau zijn coöperatieve voorzieningen mogelijk zoals uitwisseling van (rest)warmte, wko en goede voorlichting. Oprichting van een ESCO met een gemeenschappelijk warmtenet is een belangrijke mogelijkheid.

Gemeenten

Gemeenten stimuleren investeringen in energiemaatregelen met voorlichting, ondersteuning bij samenwerkingsprojecten en faciliteiten bij vergunningverlening. Sommige gemeenten kennen bijzondere stimuleringssubsidies. Daarnaast kunnen gemeenten een stimulerende rol spelen bij samenwerking op het niveau van bedrijventerreinen.

Aanbevelingen voor wet- en regelgeving

Op dit moment worden er geen wettelijke eisen gesteld aan de energieprestatie van bestaande en nieuwe bedrijfshallen. Terwijl het toch een groot segment is. Bestaande verplichtingen (zoals de EML-maatregelen) werken indirect en kennen een beperkte samenhang. Een eis aan de energieprestatie en het energielabelplichtig maken van alle bedrijfshallen kan investeringen uitlokken.

VERDER LEZEN

Belangrijke wet- en regelgeving

- Informatieplicht
- Lijst met erkende maatregelen (EML)
- Groenregeling
- SDE++
- Fiscale voordelen (EIA, MIA)

Innovatiesubsidies

- MOOI
- DEI+

Achtergrondinformatie

- TKI Urban Energy Kennisdocument
- ECN: Verkenning Utiliteitsbouw
- SenterNovem
- Energieslag RVO
- Innovatietender: Ontwerp van een breed toepasbaar “Nul-op-de-meter bedrijfshal renovatieconcept” (rapport opvragen)

Handige tools en online hulpmiddelen

- Milieubeheerprogramma
- Slimenergiebesparentool
- Dutchhall
- Wattjemoetweten.nl
- Deb

COLOFON

Er zijn veel opties voor de verduurzaming van bestaande bedrijfshallen en het is belangrijk om elkaar daarin te inspireren. Wilt u een succes melden of meer informatie? Deel het met ons via **info@tki-urbanenergy.nl**, op **Twitter** of **LinkedIn**.

Deze whitepaper is samengesteld door Nieman Raadgevende Ingenieurs onder redactie van Henk Bouwmeester in opdracht van RVO.nl voor de Topsector Energie op verzoek van TKI Urban Energy. Bijdragen zijn geleverd door een klankbordgroep met professionals uit de sector.

MET DANK AAN

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

NIEMAN®
DE RAADGEVENDE INGENIEURS

TKI URBAN ENERGY
Topsector Energie

© Copyright / v1.06112020