

Chiel Boonstra, <https://orcid.org/0009-0008-1982-8736>
Trecodome, The Netherlands

chiel.boonstra@trecodome.com

Lo scopo di questo articolo è introdurre una visione per i progetti urbani nella transizione energetica. L'idea si basa sullo sviluppo di un percorso per ridurre il fabbisogno energetico in linea con gli obiettivi di sostenibilità nelle aree urbane, collegando tra loro i consumi, l'energia sostenibile al 100% e l'accessibilità economica per i residenti.

Su base annua, l'utilizzo di energia elettrica e termica rinnovabile può superare il consumo energetico degli edifici, generando un surplus noto come "positività energetica". Tuttavia, per rendere questo concetto un successo, sono necessarie ulteriori azioni. Gli operatori energetici stanno incontrando difficoltà sempre maggiori a far fronte alla crescente pressione sulla rete elettrica per espandere la sua capacità.

Per raggiungere l'obiettivo del 100% di energia rinnovabile a livello globale è necessario compiere scelte fondamentali anche nelle aree urbane. L'adozione del 100% di energia rinnovabile rappresenta la soluzione ideale per soddisfare gli obiettivi climatici di Parigi. Solo in una società a zero emissioni nette, infatti, l'emissione istantanea di gas serra non supera ciò che può essere assorbito immediatamente dalla natura e dai metodi di stoccaggio della CO₂.

Per le aree urbane, la scelta più comune è il teleriscaldamento, alimentato dal calore residuo proveniente da vettori energetici fossili o dalla combustione di biomasse. Tuttavia, presto l'aspetto temporale delle emissioni biogeniche diventerà un tema centrale del dibattito. Non può essere accettabile emettere gas serra dalla combustione della biomassa se ci vogliono 50 anni di assorbimento durante la crescita di nuova biomassa.

I progetti che utilizzano fonti sostenibili come l'energia geotermica profonda spesso prevedono una co-combustione di combustibili fossili fino al 30% per coprire il carico di base. Tutta-

via, questa pratica sarà messa in discussione in futuro. Prima o poi i combustibili fossili dovranno essere sostituiti da soluzioni autenticamente sostenibili che si basano sull'utilizzo (indiretto) dell'energia solare ed eolica.

La visione energetica non prevede l'approvvigionamento esterno di energia a causa della disponibilità limitata di fonti di calore sostenibili e della dipendenza finanziaria da fornitori esterni di calore. Tuttavia, l'aumento dei prezzi dell'energia sta rendendo evidente che l'accessibilità economica al comfort è in pericolo se il fabbisogno energetico degli edifici rimane compreso tra 75 e 100 kWh/m². Questa situazione sta portando alla diffusione della povertà energetica in ampi strati della società. Le esperienze maturate nei progetti europei dimostrano che i progetti di ristrutturazione profonda con una richiesta di calore tra 25 e 50 kWh/m² sono tecnicamente ed economicamente fattibili e possono contribuire a prevenire la povertà energetica. Tuttavia, la bolletta energetica di una famiglia media è aumentata di un fattore 2,5 tra il 2020 e il 2022, nonostante i necessari risparmi sul costo del 2020. Solo l'intervento dei governi di alcuni Stati membri europei ha permesso di ridurre in parte i costi dell'energia. È chiaro che le strategie di rinnovamento standard non sono sufficienti per affrontare la povertà energetica.

Ristrutturazione profonda e sufficienza energetica

Per raggiungere gli obiettivi climatici di Parigi, sono necessarie strategie di risparmio energetico e di 'sufficienza' energetica. È possibile imparare dal movimento che punta alla 'casa passiva', il cui obiettivo è una domanda termica netta compresa tra 15 e 25 kWh/m² (100-150 kWh/m² per edifici scarsamente isolati, 75-100 kWh/m² per ri-

FROM ENERGY EFFICIENCY TO 100% RENEWABLE ENERGY IN URBAN ISLAND COMMUNITIES

The purpose of this article is to introduce a vision for urban projects in the energy transition. The idea is based on the continuous development of a reduced energy need in line with the sustainable energy options in urban residential areas. The aim is to connect energy consumption, 100% sustainable energy and affordability for residents. On a yearly basis, the use of renewable electrical and thermal energy may even exceed building-related and household energy consumption. This is called energy-positivity, but further actions are needed to make this concept successful. Regional grid operators are finding it increasingly difficult to keep up with the pressure on the electricity grid to expand its capacity. Based on the fact that 100% renewable energy is a target for total energy use in the world, essential decisions are also needed for urban areas. 100% renewable energy is the answer

that fits the Paris climate goals. In a genuine net-zero emission society, the instantaneous emission of greenhouse gases does not exceed the amount that can be absorbed instantaneously by nature and CO₂ storage methods. For urban areas the choice is often made for district heating fed by residual heat from fossil energy carriers or from the combustion of biomass. It will not be long before the time aspect of biogenic emissions plays a major role in the debate. It cannot remain acceptable to emit greenhouse gases from burning biomass if it takes 50 years of absorption during the growth of new biomass. With sustainable sources such as deep geothermal energy, projects are often designed on a base load with co-firing by fossil fuels of up to 30%. This co-firing will be questioned in the future. Sooner or later fossil fuels must be replaced by genuinely sustainable solutions based on the (indirect

use of solar and wind energy. The energy vision does not opt for external energy supplies because of the limited availability of sustainable heat sources and financial dependence on external heat suppliers. The increased prices of energy make it clear that the affordability of comfort is at stake if the energy needs of buildings are set at levels from 75 – 100 kWh/m². The phenomenon of energy poverty occurs in broad groups of society. The experience of European projects shows that deep renovation projects with a heat demand of 25 – 50 kWh/m² are technically and economically feasible. The energy bill of an average household has increased by a factor of 2.5 between 2020 and 2022, though savings relative to the 2020 cost were already necessary. Energy costs are being eased to some extent with the help of governments in some European member states. Clearly standard renovation

strutturazioni standard). In Olanda, la cosiddetta 'ristrutturazione profonda' degli edifici giunge a valori nell'ordine di 25-50 kWh/m², anche inferiori ai requisiti dei regolamenti edilizi per le nuove costruzioni.

Per ridurre la richiesta di acqua calda, è possibile utilizzare tecnologie ad alta efficienza idrica, come soffioni doccia con un flusso inferiore a 5 litri al minuto (rispetto ai normali 10-15 litri/minuto).

Inoltre, è necessario un rilancio del solare termico, in quanto in molti luoghi i sistemi solari termici possono fornire fino al 60% della domanda di calore per l'acqua calda. Infine, il solare fotovoltaico offre una vasta gamma di soluzioni per le integrazioni edilizie e urbane.

- L'idea è di adottare gradualmente l'energia sostenibile per riscaldare gli edifici, produrre acqua calda e generare elettricità.
- La domanda di energia deve essere ridotta al punto in cui corrisponde alla disponibilità di energia sostenibile.
- La produzione e l'utilizzo di energia sostenibile devono essere coordinati in modo da abbinare la domanda di energia all'offerta nel tempo. Ciò può essere realizzato gestendo la domanda o immagazzinando temporaneamente l'energia sostenibile in modo che possa essere utilizzata quando necessario, ad esempio la sera o in inverno.

Questa strategia è stata elaborata per un campus universitario in Olanda. L'obiettivo è di minimizzare le emissioni di CO₂ legate al consumo di energia (e materiali da costruzione) e di creare un ambiente abitativo sostenibile. L'obiettivo è quello di garantire che le emissioni di CO₂ nel 2050 non superino la capacità di assorbimento naturale.

strategies are not good enough to avoid energy poverty.

Deep renovation and energy sufficiency

There is a need for energy saving strategies / energy sufficiency to meet the Paris Climate targets. We can learn from the passive house movement and its aim for net space heat demand of 15-25 kWh/m² (100-50 kWh/m² for poorly insulated buildings, 75-100 kWh/m² for standard renovation). In The Netherlands, deep renovation offers concepts at the level of 25-50 kWh/m², which is even lower than building code requirements for new buildings. The hot water demand can be reduced by using water efficient technologies. e.g. shower heads with less than 5 litres of water/minute (normally 10-15 or more litres/minute).

A revival of solar thermal approaches is needed. Indeed, solar thermal sys-

tems can supply up to 60% of the heat demand for hot water in many places. Solar PV offers an increasing number of solutions for urban and architectural integrations.

- The vision is to gradually make increasing use of sustainable energy for heating, hot water and electricity generation.
- The demand for energy is reduced to such an extent that it matches the available use of sustainable energy.
- The generation of sustainable energy and its use are coordinated by matching the energy demand to the supply over time. This can be done by managing demand or by temporarily storing the supply of sustainable energy so that it can be used in the evening or in the winter.

This strategy has been defined for a student campus in The Netherlands. The objective is to cause almost no CO₂ emissions for its energy use (and

building materials), while ensuring a sustainable living environment. Emissions in 2050 should not exceed the amount nature can absorb at the same time.

The campus consists of 10,000 m² of floor space, mainly for student housing for about 3,500 residents. It is a series of buildings from different construction periods with diversified building characteristics. On the campus there is a sports facility and a central area with areas allocated for theater, catering and office functions. There is potential for more student-related functions, such as public study areas and shared facilities.

A vision has been developed for the buildings according to the principles of energy sufficiency (how much energy is really needed) and energy efficiency (how do you use energy efficiently). This is designed for different buildings on the campus.

building materials), while ensuring a sustainable living environment. Emissions in 2050 should not exceed the amount nature can absorb at the same time.

The campus consists of 10,000 m² of floor space, mainly for student housing for about 3,500 residents. It is a series of buildings from different construction periods with diversified building characteristics. On the campus there is a sports facility and a central area with areas allocated for theater, catering and office functions. There is potential for more student-related functions, such as public study areas and shared facilities.

A vision has been developed for the buildings according to the principles of energy sufficiency (how much energy is really needed) and energy efficiency (how do you use energy efficiently). This is designed for different buildings on the campus.

building materials), while ensuring a sustainable living environment. Emissions in 2050 should not exceed the amount nature can absorb at the same time.

The campus consists of 10,000 m² of floor space, mainly for student housing for about 3,500 residents. It is a series of buildings from different construction periods with diversified building characteristics. On the campus there is a sports facility and a central area with areas allocated for theater, catering and office functions. There is potential for more student-related functions, such as public study areas and shared facilities.

A vision has been developed for the buildings according to the principles of energy sufficiency (how much energy is really needed) and energy efficiency (how do you use energy efficiently). This is designed for different buildings on the campus.

building materials), while ensuring a sustainable living environment. Emissions in 2050 should not exceed the amount nature can absorb at the same time.

The campus consists of 10,000 m² of floor space, mainly for student housing for about 3,500 residents. It is a series of buildings from different construction periods with diversified building characteristics. On the campus there is a sports facility and a central area with areas allocated for theater, catering and office functions. There is potential for more student-related functions, such as public study areas and shared facilities.

A vision has been developed for the buildings according to the principles of energy sufficiency (how much energy is really needed) and energy efficiency (how do you use energy efficiently). This is designed for different buildings on the campus.

Energy is currently supplied based on combined heat and power (CHP), which makes efficient use of natural gas in a central plant. In addition, there are several buildings with their own heat supply based on combined heat and power, and there are buildings with natural gas boilers for heating and hot tap water.

The central installation produces heat for space heating and for hot tap water. Moreover, the installation produces electricity. The heat demand is the leading factor, so that a lot of power is produced when there is a high heat demand, even more than required at that time for the buildings. For example, it appears that electricity is mainly supplied to the grid during the heating season, while there are also times when electricity is purchased from the grid. The current energy requirements depend on the seasons. In summer there is only hot water and electricity

novabile per 4 mesi all'anno, segue una seconda fase in cui si coprirebbero 8 mesi all'anno e, infine, una terza fase in cui si arriverebbe al 100% per tutti i 12 mesi.

Fase 1: rinnovabile al 100% in 4 mesi all'anno

Il fabbisogno estivo di acqua calda e di consumo elettrico possono essere soddisfatti con fonti rinnovabili, immagazzinate in accumulatori di acqua calda e batterie per il consumo serale. L'obiettivo è di investire in una generazione di energia più sostenibile, combinando l'accumulo di calore per l'acqua calda con l'accumulo di energia elettrica per le ore serali e di promuovere l'utilizzo diretto dell'energia solare, rendendo gli edifici indipendenti dall'energia fossile per quattro mesi all'anno. Durante i quattro mesi estivi, il riscaldamento degli ambienti non rappresenta un problema. In questo periodo, è più facile riscaldare l'acqua utilizzando l'energia solare, poiché la quantità di energia solare disponibile è sufficiente per generare acqua calda ed elettricità utilizzando collettori solari o pannelli fotovoltaici combinati con la tecnologia della pompa di calore.

- Gli impianti solari termici utilizzano i collettori per riscaldare un fluido che, durante il giorno, forniscono calore ad un serbatoio di accumulo per l'acqua calda.
- La pompa di calore ad alta temperatura produce acqua calda in due fasi e la fornisce ad un serbatoio di accumulo per l'acqua calda. L'energia necessaria per la pompa di calore ad alta temperatura è fornita dai pannelli fotovoltaici.

L'acqua calda può essere distribuita e utilizzata (indirettamente).

Generazione di energia elettrica da fonti solari

L'elettricità può essere generata dai pannelli fotovoltaici instal-

consumption. The energy requirement in winter is mainly determined by the sum of space heating, hot water and electricity.

The 100% renewable energy vision can be implemented in three steps for heating dominated climates. The urban campus can be gradually converted in the coming years until 2040.

The first step is 100% renewable energy for 4 months a year.

The second step is 100% renewable energy for 8 months a year.

The third step is 100% renewable energy for 12 months a year.

Step 1 - 100% renewable for 4 months a year

The hot water requirement and power consumption in the four summer months can be generated with renewable energy and storage in hot water buffers and batteries for energy use in the evenings.

The idea is to invest in more sustainable energy generation for hot water and electricity needs. Direct use of solar energy is pursued by combining heat storage for hot water and electricity storage for the evening hours, and the buildings become independent of external fossil energy for four months a year.

Space heating is not an issue during the four summer months of the year. Preparing hot water from solar energy is easiest in the summer when there is sufficient solar energy to prepare hot water and generate electricity from solar collectors or PV panels combined with heat pump technology.

- A solar thermal system heats a fluid in collectors, which is used to supply heat to a storage tank with hot water during the day.
- A high temperature heat pump produces hot water in two steps, which is supplied to a storage tank with hot

lati sulle facciate e sui tetti. Inoltre, l'energia elettrica prodotta può essere immagazzinata nelle batterie per un certo periodo di tempo e utilizzata durante la sera o in giornate nuvolose.

Fase 2: rinnovabile al 100% in 8 mesi all'anno

Il passo successivo consiste nel ridurre gradualmente il fabbisogno energetico degli edifici attraverso misure di isolamento, ventilazione e installazione. In questo modo è possibile abbassare gradualmente la temperatura dell'acqua della rete di distribuzione.

La richiesta di calore può essere ridotta del 60-70%, accorciando la stagione di riscaldamento. Il restante fabbisogno di calore nei mesi soleggiati può essere soddisfatto con pompe di calore azionate dall'elettricità prodotta da energia solare da un impianto di cogenerazione a biogas a ciclo breve.

L'idea alla base è di convertire la rete ad alta temperatura per il riscaldamento e l'acqua sanitaria in una rete a bassa temperatura, minimizzando le perdite di calore lungo il percorso.

Idealmente, l'acqua calda sanitaria viene portata ad una temperatura elevata prossima al punto di utilizzo finale. La rete a bassa temperatura costituisce il primo stadio per il riscaldamento degli ambienti. In una seconda fase, viene prodotta acqua calda sanitaria ad alta temperatura.

L'obiettivo è di elettrificare parte della richiesta di calore tramite pompe di calore, in modo che la cogenerazione utilizzi meno gas per riscaldare gli ambienti e l'eccesso di energia prodotta venga sfruttato dalle pompe di calore elettriche. L'installazione di pannelli fotovoltaici su grandi superfici degli edifici aiuta a sostituire la produzione di elettricità da combustibili fossili. I collettori solari e i pannelli fotovoltaici possono essere integrati

water. PV panels provide the power required for the high temperature heat pump.

- Hot water can be distributed and (indirectly) used.

Electricity from solar energy

Electricity can be generated with solar PV panels on façades and roofs. Just as you can keep thermal energy warm for a while, you can also store electricity for a few days in batteries and use it in the evenings or on a cloudy day.

Step 2 - 100% renewable for 8 months a year

The next step is to gradually reduce the energy requirement in buildings through insulation, ventilation, and installation measures. The water temperature of the distribution network can thus be gradually lowered.

The heat demand can be reduced by 60-70%, which shortens the heating

season. The remaining heat requirement in sunny months can be met with electrically driven heat pumps, whereby solar energy together with a short cycle biogas CHP generates electricity. The underlying idea is to convert the high temperature network for heating and hot tap water into a low temperature network without major heat losses along the way.

Ideally, domestic hot water is brought to a high temperature close to the point of end use. The low temperature network forms the first stage for space heating. In a second stage, hot tap water is produced at a high temperature.

The idea is to electrify part of the heat demand with heat pumps, so that the CHP needs to use less gas for space heating, and the 'surplus' power production is used for electric heat pumps. The addition of PV cells on large surfaces of buildings helps to replace fossil electricity generation.

sia sulle superfici orizzontali, sia su quelle verticali degli edifici, tra cui tetti, facciate, balconi e recinzioni. L'integrazione dei pannelli fotovoltaici negli elementi architettonici può anche migliorare l'aspetto degli edifici.

Fase 3 - Rinnovabile al 100% in 12 mesi/anno

Per soddisfare il fabbisogno energetico durante l'inverno, quando la generazione di energia solare e fotovoltaica è insufficiente a causa delle scarse ore di sole, è necessario utilizzare fonti energetiche diverse. Per evitare picchi di consumo, è importante limitare la richiesta di calore a 25 kWh/m². Una possibile fonte energetica è rappresentata dal biogas prodotto dai rifiuti verdi, che può essere utilizzato in un impianto di cogenerazione per riscaldare gli ambienti, produrre acqua calda e generare energia elettrica.

Un'altra opzione è rappresentata dall'idrogeno prodotto tramite elettrolisi da fonti rinnovabili, che può essere utilizzato in una cella a combustibile per produrre calore ed elettricità in diverse stagioni dell'anno.

Infine, l'energia eolica può essere utilizzata in sinergia con quella solare per produrre elettricità da utilizzare con le pompe di calore durante l'inverno. Per questo scopo, si possono installare turbine eoliche anche nell'ambiente urbano.

In sintesi, l'obiettivo è quello di combinare diverse fonti energetiche rinnovabili per garantire un approvvigionamento sostenibile e affidabile di energia durante tutto l'anno.

Implicazioni di questa visione energetica per i residenti

La visione energetica si basa su nuovi concetti come la sufficienza energetica, ovvero il reale bi-

Solar collectors and PV panels fit on vertical and horizontal surfaces of the buildings. In addition to roofs, there are also many end façades, balcony and gallery fences that can be made of PV panels. Integration of PV in architectural elements leads to an upgrade in terms of appearance.

Step 3 - 100% renewable for 12 months / year

The remaining energy requirement is met with solar and wind energy, short cycle biogas CHP and solar energy stored in H₂.

How do you get through the four winter months if the number of hours of sunshine in the Dutch climate is too small to cover the energy needs. Limiting the heat demand to a level of 25 kWh/m² ensures that no extreme peaks arise. Nevertheless, sustainable energy will have to come from other sources than the scarce generation of solar thermal

and solar PV can provide in winter.

Collected green waste allows to produce biogas all year round, which can be used in winter in a combined heat and power installation that produces space heating, heat for hot tap water and electricity generation.

With hydrogen produced from renewable energy via electrolysis, electricity and heat can be generated in a fuel cell at a different time of the year.

A fuel cell functions just like a combined heat and power installation.

Finally, wind energy can be used even in the built environment. The generation of electricity from wind and sun are complementary. For example, wind energy can form part of the electricity generation to be used for heat pumps in winter.

What does the energy vision mean for residents

The rationale is based on new concepts,

sogno di energia. Si può ad esempio impostare una temperatura base negli edifici di 18 gradi e riscaldare solo localmente e 'ad hoc' quando necessario, senza mantenere temperature costantemente elevate. In questo modo, le condizioni di comfort possono adattarsi alle diverse stagioni e si può risparmiare energia.

Un altro aspetto importante è l'energia 'lenta', ovvero come adattare la velocità di ricarica all'offerta fluttuante di energia sostenibile. Inoltre, è necessario coinvolgere attivamente i residenti, ad esempio chiedendo loro di portare i rifiuti verdi all'impianto di compostaggio e accettando che il riscaldamento possa funzionare lentamente se il sole provvede a riscaldare automaticamente in una determinata ora.

Impatto sociale

La visione energetica si basa sul concetto dell'isola, dove il più possibile viene risolto all'interno dell'isola. Ciò ha un impatto sociale importante in quanto si mira a limitare le importazioni ed esportazioni di energia, riducendo così il carico sulle reti energetiche.

L'obiettivo della visione energetica è quello di ridurre al minimo le emissioni di CO₂ e di fornire ai residenti costi energetici prevedibili. Questo è possibile grazie allo spostamento dei costi energetici dall'acquisto variabile di energia verso l'ammortamento della tecnologia energetica sostenibile e gli investimenti nel risparmio energetico.

Si ritiene che il concetto di isola energetica possa svilupparsi organicamente all'interno delle comunità urbane. Tuttavia, affinché ciò avvenga, è necessario un approccio di sviluppo bottom-up guidato da una visione condivisa, che colleghi le fonti di energia rinnovabile disponibili e le opzioni di stoccaggio in luoghi convenienti per la vita quotidiana.

such as energy sufficiency. How much energy is really needed? Can one heat to a certain base temperature, and heat a little more when needed and only locally? If comfort conditions change with the seasons, one needs less energy. Heat buildings to a temperature of, for example, 18 degrees. Add higher temperature ad hoc and, incidentally, with pulse switches to avoid constant high indoor temperatures.

Another important term is slow energy. For example, how do you adjust the charging speed of a storage medium to the fluctuating supply of sustainable energy. How much active involvement of residents can be asked. Will residents take green waste to the bio-fermentation plant? Will residents accept that the heating system will work slowly, if the sun automatically warms it up in an hour?

Social impact

The vision is based on the Island concept, where the demand is met, as much as possible, within the island. The social impact of the energy vision is that energy exports and imports are limited as much as possible, which leads to a low load on energy networks. The energy vision aims for very low CO₂ emissions and predictable energy costs for residents because energy costs are shifting from variable purchasing of energy to the depreciation of sustainable energy technology and energy-saving investments.

It is believed that the energy island concept can organically develop in urban communities. It needs steering from a shared vision to develop from the current top-down energy networks into self-sufficient communities, which connect the available renewable energies and storage options in affordable places to live.