Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip casnic cu amestec de gaze naturale cu maximum 35 vol.% hidrogen, și a aparatelor de utilizare de tip non-casnic cu amestec de gaze naturale cu maximum 30 vol.% hidrogen

Proiect pilot 30HyGrid

Raport final

DELGAZ grid

Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip casnic cu amestec de gaze naturale cu maximum 35 vol.% hidrogen, și a aparatelor de utilizare de tip non-casnic cu amestec de gaze naturale cu maximum 30 vol.% hidrogen

Proiect pilot 30HyGrid

Raport final

Coordonator proiect

Dr. Cristian Călin - Director Programe Gaze Verzi și Soluții de Decarbonizare

Echipa tehnică de proiect

Viorel Ovidiu Oprea - Expert Gaze Verzi și Soluții de Decarbonizare
Mihnea Dorin Bloj - Expert Gaze Verzi și Soluții de Decarbonizare

Târgu Mureș 2026

ISBN 978-973-0-44788-0

Declinarea răspunderii

Punctele de vedere exprimate în acest Raport, reflectă opiniile actuale ale Delgaz Grid, care pot fi diferite de punctele de vedere prezentate în alte documente, inclusiv în documente de cercetare similare, realizate de către alte persoane, instituții, autorități, asociații profesionale, organisme din România sau din alte țări. Conținutul raportului, inclusiv punctele de vedere exprimate, sunt actuale la data menționată mai sus și pot suferi modificări, în timp, fără notificare prealabilă.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Cuprins

Terminologie și listă de abrevieri 6
Rezumat 7
Mulțumiri 9
Capitolul 1 Descrierea proiectului 30HyGrid – contextul și modul de lucru 10
1.1 Preambul 10
1.2 Experiența Delgaz Grid după proiectul 20HyGrid 10
1.3 Descrierea proiectului 30HyGrid 12
Capitolul 2 Rezultate relevante ale testelor și măsurătorilor 13
2.1 Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip casnic la amestec de metan cu 30 vol.% și 35 vol.% hidrogen 13
2.1.1 Centrale termice 14
2.1.2 Convectoare 17
2.1.3 Aparate de preparat apă caldă 18
2.1.4 Aragaze și alte arzătoare atmosferice 19
2.1.5 Concluzii – teste aparate de utilizare casnice 21
2.2 Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip non-casnic la amestec de metan cu 23 vol.% și 30 vol.% hidrogen 22
2.2.1 Centrale termice 23
2.2.1.1 Centrală termică murală, putere 100kW 23
2.2.1.2 Centrală termică murală, putere 120kW 25
2.2.1.3 Centrală termică de pardoseală, putere 320kW 27
2.2.1.4 Centrală termică de pardoseală, putere 1120kW 29
2.2.2 Uscător de cereale 30
2.2.3 Arzătoare atmosferice 32
2.2.3.1 Arzător din cuptor de panificație 32
2.2.3.2 Arzătoare din aparate de încălzit terase exterioare 32
2.2.3.3 Arzătoare pentru echipamente profesionale de gătit 33
2.2.3.4 Boiler pe gaz 33
2.2.3.5 Cuptor pentru pizza 34
2.2.4 Concluzii – teste aparate de utilizare de tip non casnic 34
Capitolul 3 Concluzii finale 35
Capitolul 4 Perspective/pași următori 36
Bibliografie 38

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Lista de ilustrații

Fig 1 Aparate de utilizare de tip casnic, testate cu amestec de metan și 30 vol.% respectiv 35vol.% vol. H_2 13
Fig 2 CT fără condensare, comparație valori absolute ale CO la Q_{min} 14
Fig 3 CT fără condensare, comparație valori absolute ale CO la Q_{max} 14
Fig 4 CT fără condensare, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{min} 15
Fig 5 CT fără condensare, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max} 15
Fig 6 Aspectul flăcării arzătorului dintr-o CT fără condensare, funcționând la Q_{min} cu amestec de metan și 35 vol.% H_2 17
Fig 7 Convector, comparație valori absolute ale CO 17
Fig 8 Convector, comparație valori absolute ale NOx 17
Fig 9 APAC, comparație valori absolute ale CO la Q_{max} 18
Fig 10 APAC, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max} 18
Fig 11 APAC, comparație valori absolute ale CO la Q_{min} 18
Fig 12 APAC, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{min} 18
Fig 13 Arzător aragaz 19
Fig 14 Arzător atmosferic 19
Fig 15 Arzătoare atmosferice, comparație valori absolute ale CO la Q_{max} 20
Fig 16 Arzătoare atmosferice, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max} 20
Fig 17 Centrală termică murală, putere 100kW 23
Fig 18 CT 100kW, comparație valori absolute ale CO 23
Fig 19 CT 100kW, comparație valori absolute ale NO_x 24
Fig 20 CT 100kW, comparație valori absolute ale CO_2 24
Fig 21 Centrală termică murală, putere 120kW 25
Fig 22 CT 120kW, comparație valori absolute ale CO 25
Fig 23 CT 120kW, comparație valori absolute ale NOx 26
Fig 24 CT 120kW, comparație valori absolute ale CO_2 26
Fig 25 Centrală termică de pardoseală, putere 320kW 27
Fig 26 CT 320kW, comparație valori absolute ale CO 27
Fig 27 CT 320kW, comparație valori absolute ale NO_x 28
Fig 28 CT 320kW, comparație valori absolute ale CO_2 28
Fig 29 Centrală termică de pardoseală, putere 1120kW 29
Fig 30 CT 1120kW, comparație valori absolute ale NO_x 29
Fig 31 CT 1120kW, comparație valori absolute ale CO_2 29
Fig 32 Uscător de cereale 30
Fig 33 Uscător cereale, comparație valori absolute ale CO 30
Fig 34 Uscător cereale, comparație valori absolute ale NO_x 31
Fig 35 Uscător cereale, comparație valori absolute ale CO_2 31
Fig 36 Arzător din cuptor de panificație 32
Fig 37 Arzătoare din aparate de încălzit terase exterioare 32
Fig 38 Arzător pentru aragaz profesional de gătit 33
Fig 39 Grătar pe gaz 33
Fig 40 Boiler pe gaz 33
Fig 41 Cuptor pentru pizza 34

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Terminologie și listă de abrevieri

Blend – amestecuri de gaze naturale și hidrogen în diferite proporții
Hydrogen ready – pregătit pentru 100 vol.% hidrogen
ANRE – Autoritatea de Reglementare în Domeniul Energiei
APAC – aparat de preparat apă caldă
CCUS – captare carbon, utilizare și stocare
CHP – combined heat and power (cogenerare)
CO – monoxid de carbon
CO_2 – dioxid de carbon
CT – centrală termică
CV – convector
DEGR – Delgaz Grid
DVGW – The Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches/Asociația tehnică/științifică germană pentru gaze și apă
GN – gaze naturale
H_2 – hidrogen
ISCIR – Inspecția de Stat pentru Cazane și Instalații de Ridicat
KIWA – Keuringsinstituut voor Waterleiding Artikelen (companie olandeză din sectorul de testare, inspecție și certificare)
NO_x – oxizi de azot
OL – oțel
PE – polietilenă
ppm – părți per milion
Q_{max} – debit maxim
Q_{min} – debit minim
λ – lambda, coeficientul excesului de aer (aer real furnizat / aer teoretic necesar)

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Rezumat

Proiectul 30HyGrid reprezintă o continuare a proiectului 20HyGrid [1], primul proiect pilot de amestec gaze naturale și hidrogen, dezvoltat în România, de către Delgaz Grid, parte a grupului E.ON. În cadrul proiectului 30HyGrid s-a utilizat și testat un amestec de gaze naturale și maximum 35 vol.% hidrogen pe instalații și aparate de utilizare gaze naturale, existente, în sistem experimental și pentru o perioadă determinată de timp.

Scopul principal al proiectului pilot pe care Delgaz Grid și l-a asumat a fost acela de a demonstra că este posibilă, sigură și sustenabilă, din punct de vedere tehnic, utilizarea amestecului de gaze naturale și 35 vol.% H_2 în aparate de utilizare de tip casnic, respectiv utilizarea amestecului de gaze naturale și 30 vol.% H_2 în aparate de utilizare de tip non-casnic, existente în România, fără nicio modificare a acestora. Testele efectuate au analizat atât modul de funcționare a aparatelor de utilizare existente cu aceste amestecuri cât și procesul de ardere/combustie din punct de vedere calitativ și cantitativ (după caz- funcție de posibilitatea de măsurare).

Rezultatele proiectului vor fi puse la dispoziția autorităților cu atribuții în domeniu (ANRE, Ministerul Energiei etc.) în scopul informării și în vederea colaborării pentru elaborarea legislației secundare/norme tehnice. Acest proiect s-a realizat luând în considerare cele mai bune practici ale proiectelor pilot din Germania și alte țări din Europa.

Etapele proiectului - proiectul pilot a fost împărțit în două etape principale:

Prima etapă s-a derulat într-un mediu controlat, în poligonul de instruiri practice al Centrului de Instruire Profesională Delgaz Grid de la Mediaș și a vizat testarea aparatelor de utilizare de tip casnic cu un amestec de metan și 30 vol.% H_2 iar ulterior cu un amestec de metan și 35 vol.% H_2. În aceasta etapă s-au testat o gamă largă de aparate de utilizare de tipuri, modele, tehnologii și vechimi diferite (centrale termice convenționale, convectoare pentru încălzire, aparate de preparat apă caldă, arzătoare atmosferice utilizate în sobe de încălzit, gătit, sobe din teracotă etc.) – aceleași care au fost testate în prima etapă a proiectului 20HyGrid.

În a doua etapă, s-au realizat teste pe instalații și aparate de utilizare de tip non-casnic (după obținerea acceptului prealabil, scris, al clienților), cu un amestec de metan și 23 vol.% H_2 iar ulterior cu un amestec de metan și 30 vol.% H_2. Au fost testate echipamente de tip non-casnic, cum ar fi cazane de putere mare (100 kW, 120 kW, 320 kW și 1120 kW), uscătoare de cereale, cuptoare de panificație, cuptor pentru pizza, boiler pe gaze naturale, arzătoare din bucătării industriale și aparate de încălzire terase exterioare.

În ambele etape, testele s-au efectuat mai întâi cu gaze naturale apoi progresiv cu diferitele amestecuri de metan și H_2, după care s-a revenit pe gaze naturale pentru a demonstra că prezența hidrogenului nu a influențat negativ funcționarea aparatelor. În cazul aparatelor de utilizare care necesită verificare tehnică periodică, s-au măsurat gazele de ardere cu analizoarele model Testo 300, atât pentru GN cât și pentru amestecuri. În funcție de setările aparatelor, s-au realizat măsurători ale gazelor de ardere atât la debit maxim cât și la debit minim (prin utilizarea funcțiilor instalator/coșar, disponibile în meniul aparatului). În restul cazurilor, la modelele de aparate care nu aveau disponibile aceste funcții, s-au efectuat măsurători la debit nominal. În toate situațiile, s-au realizat filmări, pentru fiecare aparat. În cazul arzătoarelor atmosferice s-au monitorizat parametri de funcționare, cum ar fi: aspectul, stabilitatea, zgomotul și culoarea flăcării, atât la debit maxim cât și la debit minim. Pentru testele efectuate, la toate tipurile de aparate, referința s-a considerat rezultatul/funcționarea aparatelor la testarea inițială cu gaze naturale. Față de această referință s-au comparat rezultatele celorlalte teste, la diferitele tipuri de amestec respectiv

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

la revenirea la gaze naturale. Testele au fost realizate de specialiștii Delgaz Grid care au dobândit experiență și certificare în Germania, la DVGW/EBI[1].

Rezultate, concluzii și pași următori

Testele efectuate în poligon și pe teren au demonstrat că este posibilă utilizarea unui amestec de gaze naturale și 30 vol.% hidrogen în instalațiile și aparatele de utilizare existente. Acestea au relevat faptul că, sub rezerva respectării condițiilor tehnice specifice de siguranță care se impun, nu există niciun risc tehnic pentru funcționarea instalațiilor/aparatelor de utilizare existente cu aceste amestecuri. Acestea funcționează în condiții de siguranță, în mod mai ecologic și eficient, și confirmă rezultatele proiectelor europene similare deja realizate (în intervalul 10-30 vol.% amestec de hidrogen cu GN), cu condiția ca aparatele de utilizare existente să funcționeze în condiții de siguranță cu gaze naturale. Din perspectiva funcționării, toate aparatele au funcționat corespunzător cu amestecurile de metan și hidrogen precizate anterior, indiferent de vechimea acestora, fără a se observa diferențe față de gaze naturale (aspect, stabilitate, culoare, zgomot flacără etc.). Rezultatele proiectului vor servi drept model de bună practică pentru viitoarele proiecte și pentru utilizarea hidrogenului în diferite domenii, inclusiv pentru încălzire, prepararea apei calde menajere și a hranei dar și suport pentru elaborarea legislației secundare- norme tehnice. Totodată, întrucât aparatele existente pot funcționa în siguranță, fără modificări, cu amestecuri de GN și 30 vol.% H_2, dă posibilitatea autorităților cu atribuții în domeniu, pentru a identifica și elabora mecanisme de sprijin pentru înlocuirea acestor aparate, la momentul în care ponderea H_2 în amestec va depăși 30 vol.%.

La utilizarea amestecurilor menționate anterior s-a constatat o reducere semnificativă a ponderii compușilor din gazele de ardere cu impact negativ asupra climei, în special a monoxidului de carbon (CO) dar și a oxizilor de azot (NO_x).

Din perspectiva pașilor următori pentru perioada 2026-2029, principalele preocupări sunt următoarele:

- *prezentarea raportului autorităților cu atribuții în domeniu, în vederea colaborării la elaborarea cadrului de reglementare necesar* (legislație secundară, norme tehnice, standarde etc.), care să permită continuarea realizării de proiecte pilot/teste/analize.
- *noi proiecte pilot, care să demonstreze că este posibilă utilizarea rețelelor și aparatelor existente*:
  - BlendUp30- analiza comportării rețelei și aparatelor de utilizare, pe termen mediu (6-12 luni), prin alimentarea continuă a unui număr restrâns de clienți preponderent tip casnic, utilizând amestecuri cu 23 vol.% H_2, respectiv 30 vol.% H_2 (limita superioară menționată de studii, compatibilă cu aparate existente, fără modificări).
  - BioMethaneMix- producție biometan din biogaz- tratarea și condiționarea biogazului la biometan și injectarea acestuia în sistemul de distribuție și instalațiile de utilizare cu gaze naturale, inclusiv cu determinarea parametrilor necesari facturării.
  - HyGrid100- analiza comportării rețelei existente din polietilenă și aparatelor de utilizare -centrale termice dedicate (sau existente, cu kit de conversie), pe termen mediu (cca. 4 luni), prin alimentarea continuă a unui număr restrâns de clienți tip casnic, utilizând 100 vol.% H_2.

[1] DVGW (Der Deutsche Verein des Gas und Wasserfaches/Asociația tehnică și științifică germană pentru gaze și apă) este cel mai relevant organism de standardizare la nivel european pentru industria gazelor și apei, funcțional de peste 160 de ani, un veritabil centru de know-how tehnic și științific în sectoarele de gaze și apă și un inițiator și promotor al proiectelor de cercetare și inovațiilor. Lucrează în strânsă cooperare cu Autoritatea de Reglementare Germană.
EBI - Engler Bunte Institute

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Mulțumiri

Delgaz Grid mulțumește următoarelor instituții și persoane pentru realizarea proiectului:

- Producătorilor de aparate de utilizare de tip casnic, care au pus la dispoziția Delgaz Grid aparate de utilizare pentru testare: BD Thermea (Baxi, De Dietrich), Immergas, Motan, Vaillant, Viessmann, Smart Electro-Distribution (Samus)
- Partenerilor/clienților care au pus la dispoziție aparate de tip non-casnic, pentru deschiderea și implicarea deosebită de care au dat dovadă:
  - Dl. Octavian Manu – S.C. BAUM S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu (echipamente profesionale de gătit, cuptor pentru pizza și aparate de încălzit terase exterioare)
  - D-na Cornelia Maier – S.C. Maier Pan S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu (cuptor de panificație, boiler pe gaz)
  - D-na Raluca Vargatiuc – Centrul de Îngrijire și Asistență pentru Persoane Adulte cu Dizabilități Dumbrăveni, jud. Sibiu (centrală termică de putere mare)
  - Dl. Gheorghe Șerban – S.C. Agro Eco Mag S.R.L., loc. Târnava, jud. Sibiu (uscător de cereale)
  - Delgaz Grid- Cluj Napoca, Târgu Mureș, Ungheni (centrale termice de putere mare)
- Partenerilor contractuali de produse și servicii
- Autorității Naționale de Reglementare în domeniul Energiei și Ministerului Energiei, pentru deschiderea și suportul acordat
- D-lui Werner Wessing (Expert german pentru gaze verzi) pentru implicarea și suportul acordat pe întreaga durată a proiectului
- Conducerii E.ON România și Delgaz Grid pentru încrederea, implicarea și sprijinul permanent, pe care ni le-au acordat pe toată durata derulării proiectului
- Colegilor, atât celor implicați direct în proiect cât și celor care au sprijinit proiectul, prin alocarea de resurse umane și materiale

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Capitolul 1 Descrierea proiectului 30HyGrid – contextul și modul de lucru

1.1 Preambul

În cadrul proiectului 20HyGrid- primul proiect pilot de amestec gaze naturale și hidrogen, dezvoltat în România, realizat în 2023 de către Delgaz Grid, s-a testat o gamă largă de aparate de utilizare, de tipuri, modele, tehnologii și vechimi diferite (centrale termice în condensare și convenționale, convectoare pentru încălzire, aparate de preparat apă caldă, aragaze, plite cu gaz, arzătoare atmosferice utilizate în sobe de încălzit, gătit, sobe de teracotă etc.)

Scopul proiectului pilot:

- verificarea compatibilității și a funcționarii componentelor rețelei de distribuție, precum și a instalațiilor de utilizare și a aparatelor existente, preponderent din segmentul casnic/rezidențial (fără nicio modificare prealabilă a acestora), cu amestecul de 20 vol.% H_2 în gazele naturale (asimilate cu metanul);
- reducerea emisiilor de noxe prin utilizarea de amestecuri de gaze naturale și hidrogen;
- instruirea de personal de specialitate în acest domeniu;
- colaborare cu autoritățile abilitate, în scopul elaborării legislației secundare/norme tehnice.

Rezultatele demonstrațiilor practice, cum ar fi proiectul 20HyGrid din România, indică faptul că infrastructura de distribuție a gazelor poate fi adaptată progresiv pentru a transporta amestecuri de gaze naturale bazate pe hidrogen, susținând conceptul de rețele de gaze ca active de tranziție. Spre deosebire de modelele de tranziție pur teoretice, validarea la scară de teren rămâne esențială. Proiectul 20HyGrid a furnizat dovezi că amestecarea hidrogenului la nivel de distribuție poate fi implementată în siguranță, realizând în același timp reduceri măsurabile ale emisiilor de CO și NO_x, consolidând rolul hidrogenului ca opțiune de decarbonizare pe termen scurt.

1.2 Experiența Delgaz Grid după proiectul 20HyGrid

După finalizarea proiectului 20HyGrid, Delgaz Grid a demarat un program de proiecte pilot complementare care vizează sprijinirea transformării treptate a sistemului de distribuție a gazelor către gaze verzi și cu emisii reduse de carbon. Aceste proiecte abordează aspecte tehnice, operaționale și de reglementare, necesare pentru extinderea integrării hidrogenului și a altor gaze regenerabile în cadrul infrastructurii existente. Din punct de vedere mecanic și al materialelor, hidrogenul nu este fundamental diferit de gazele naturale atunci când este transportat în rețele de distribuție a gazelor care funcționează în regim de presiune joasă, redusă, medie sau înaltă. Hidrogenul se comportă doar ca un alt purtător de energie în formă gazoasă, iar interacțiunea sa cu componentele rețelei este guvernată de principii fizice și inginerești bine cunoscute. Din perspectiva siguranței, hidrogenul nu este mai periculos decât gazul natural, dar are proprietăți fizice diferite, care sunt deja abordate prin practici inginerești consacrate. Atunci când se aplică reguli standard de proiectare, specificații ale materialelor și proceduri de operare, amestecarea gazului natural cu hidrogenul nu introduce riscuri mecanice suplimentare pentru rețelele de distribuție a gazelor.

Bazându-se pe rezultatele obținute prin proiectul 20HyGrid, Delgaz Grid a lansat alte inițiative pilot axate pe evaluarea unor raporturi mai mari de amestecare a hidrogenului în rețelele de distribuție a gazelor naturale:

- 30HyGrid – utilizarea amestecului de gaze naturale și 35 vol.% H_2 în aparate de utilizare de tip casnic, respectiv utilizarea amestecului de gaze naturale și 30 vol.% H_2 în aparate de utilizare de tip non-casnic, existente în România, fără nicio modificare a acestora.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

- BlendUp30 – analiza comportării rețelei și aparatelor de utilizare, pe termen mediu (6-12 luni), prin alimentarea continuă a unui număr restrâns de clienți preponderent de tip casnic, utilizând amestecuri cu 23 vol.% H_2, respectiv 30 vol.% H_2
- HyGrid100 – testarea cu 100 vol.% H_2 a unei rețele existente din PE și aparate de utilizare-centrale termice dedicate (sau existente, cu kit de conversie).

Aceste proiecte își propun să analizeze comportamentul componentelor rețelei de distribuție gaze naturale precum și al instalațiilor/aparatelor de utilizare, în condiții de concentrații de hidrogen peste 20 vol.%, în limitele identificate de studiile europene ca fiind compatibile cu activele existente. Obiectivul este acela de a genera dovezi tehnice suplimentare pentru a susține viitoarele decizii de reglementare, elaborarea de legislație secundară- norme tehnice și strategiile de adaptare/conversie a infrastructurii existente de gaze naturale la standardul "hydrogen ready".

În acest scop, s-au analizat rezultatele altor proiecte similare realizate în vestul Europei, printre care:

- Insula de hidrogen Öhringer, Netze BW, Stutgart, proiect realizat în perioada 2020 – 2023, care a avut ca scop alimentarea aparatelor existente din aproximativ 30 de clădiri rezidențiale și instituții, cu amestec de gaze naturale și 30 vol.% H_2.
- mySMARTLife, Gasnetz, Hamburg, proiect realizat în perioada 2021 – 2022, care a avut ca scop alimentarea cu un amestec de gaze naturale și 30 vol.% H_2 a mai multor echipamente existente: o centrala termică care deservea 273 apartamente, 3 CHP, 3 cazane de mare capacitate.
- Proiectul ThyGA [2], realizat în perioada 2020 – 2023, a studiat impactul amestecurilor de gaze naturale și hidrogen asupra aplicațiilor finale, în special în sectorul casnic și comercial.
- Proiectul HyDeploy [3], Marea Britanie, realizat în perioada 2019 – 2022, care a demonstrat amestecarea în siguranță a până la 20 vol.% hidrogen în rețelele de gaze naturale existente, fără a fi necesare modificări ale aparatelor electrocasnice.
- Proiectul GRHYD, Franța, realizat în perioada 2018 – 2025, care a demonstrat amestecarea în rețeaua de gaze naturale a 20 vol.% hidrogen (produs prin electroliza apei folosind energie electrică regenerabilă sau excedentară)
- Raportul tehnic: Topolski, Reznicek, Erdener et al., *Hydrogen Blending into Natural Gas Pipeline Infrastructure: Review of the State of Technology*, 2022 - NREL/TP-5400-81704 [4]
- Raportul Kiwa Technology, *De impact van het bijmengen van waterstof op het gasdistributienet en de gebruiksapparatuur (Impactul amestecului de hidrogen asupra rețelei de distribuție a gazelor și a echipamentelor utilizatorilor), 2020* [5]
- Kiwa Technology, *Keuringseis 214 - Geschiktheid van gasdistributie- en installatiematerialen voor bijmenging met waterstof en volledig waterstofgas (Cerința de inspecție 214 - Compatibilitatea materialelor utilizate în rețelele de distribuție și instalațiile de gaze la amestecurile cu hidrogen și hidrogen pur, 2022* [6]

S-a constatat că proiectul 30HyGrid are ca specificitate aparate de utilizare care nu s-au regăsit în alte proiecte din vestul Europei, aducând astfel valoare adaugată testelor realizate în domeniu (în alte țări) prin testarea de aparate de tip casnic și non-casnic (tipuri și modele diferite de aparate – unele dintre ele specifice României).

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

1.3 Descrierea proiectului 30HyGrid

Proiectul pilot a fost împărțit în două etape principale:

Prima etapă s-a derulat într-un mediu controlat, în poligonul de lucrări practice al Centrului de Instruire Profesională Delgaz Grid de la Mediaș și a vizat testarea aparatelor de utilizare de tip casnic cu un amestec de metan și 30 vol.% H_2 iar ulterior cu un amestec de metan și 35 vol.% H_2. În aceasta etapă s-au testat o gamă largă de aparate de utilizare de tipuri, modele, tehnologii și vechimi diferite (centrale termice convenționale, convectoare pentru încălzire, aparate de preparat apă caldă, arzătoare atmosferice utilizate în sobe de încălzit, gătit, sobe din teracotă etc.) – aceleași care au fost testate în prima etapă a proiectului 20HyGrid.

În a doua etapă, s-au realizat teste pe instalații și aparate de utilizare de tip non-casnic (după obținerea acceptului prealabil, scris, al clienților), cu un amestec de metan și 23 vol.% H_2 iar ulterior cu un amestec de metan și 30 vol.% H_2. Au fost testate echipamente de tip non-casnic, cum ar fi cazane de putere mare (100 kW, 120 kW, 320 kW și 1120 kW), uscătoare de cereale, cuptoare de panificație, cuptor pentru pizza, boiler pe gaze naturale, arzătoare din bucătării industriale și aparate de încălzit terase exterioare.

În ambele etape, testele s-au efectuat mai întâi cu gaze naturale apoi progresiv cu amestecurile de metan și H_2, după care s-a revenit la gaze naturale pentru a demonstra că prezența hidrogenului nu a influențat negativ funcționarea aparatelor. În cazul aparatelor de utilizare care necesită verificare tehnică periodică, s-au măsurat gazele de ardere cu analizoarele model Testo 300, atât pentru GN cât și pentru amestecuri. S-au monitorizat parametri din gazele de ardere, în special CO, NO_x și CO_2. În funcție de setările aparatelor, s-au realizat măsurători ale gazelor de ardere atât la debit maxim cât și la debit minim (prin utilizarea funcțiilor instalator/coșar, disponibile în meniul aparatului). În restul cazurilor, la modelele de aparate care nu aveau disponibile aceste funcții, s-au efectuat măsurători la debit nominal. În toate situațiile, s-au realizat filmări, pentru fiecare aparat. În cazul arzătoarelor atmosferice s-au monitorizat parametri de funcționare, cum ar fi: aspectul, stabilitatea, zgomotul și culoarea flăcării, atât la debit maxim cât și la debit minim. Pentru testele efectuate, la toate tipurile de aparate, referința s-a considerat rezultatul/funcționarea aparatelor la testarea inițială cu gaze naturale. Față de această referință s-au comparat rezultatele celorlalte teste, la diferitele tipuri de amestec respectiv la revenirea la gaze naturale. Testele au fost realizate de specialiștii Delgaz Grid care au dobândit experiență și certificare în Germania, la DVGW/EBI.

Testele s-au efectuat în baza procedurii „DEGR GP57, Ed.2 - Procedură de lucru pentru realizarea testelor de compatibilitate a elementelor unui sistem de alimentare cu gaze naturale la utilizarea unor amestecuri de metan și hidrogen, în cadrul proiectului 20HyGrid respectiv a altor proiecte în care se folosește amestec de gaze naturale și până la 35 vol.% hidrogen”.

Modalitatea de realizare a testelor, modul de lucru și măsurarea componentelor din gazele de ardere au fost identice cu cele din proiectul 20HyGrid și descrise în capitolul 4.1.1 etapa 1 din raportul final al proiectului 20HyGrid.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Capitolul 2 Rezultate relevante ale testelor și măsurătorilor

2.1 Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip casnic la amestec de metan cu 30 vol.% și 35 vol.% hidrogen

În perioada 2-4 octombrie 2023, Delgaz Grid și Universitatea Tehnică de Construcții București - UTCB (partener al DEGR în proiectul 20HyGrid) au testat cu succes în laboratorul de încercare sisteme și echipamente termice (INSIST) al UTCB, acreditat RENAR, funcționarea a șapte modele diferite de centrale termice în condensare, de la producători diferiți, cu amestecuri de 30% și 35 vol.% hidrogen în metan, în prezența reprezentaților producătorilor centralelor termice testate.

Rezultatele au arătat că centralele termice testate funcționează corespunzător cu concentrații de 30 vol.% și 35 vol.% hidrogen.

În urma acestor rezultate pozitive, DEGR a continuat testarea cu aceste amestecuri de gaze și a altor aparate de utilizare testate inițial în etapa 1 a proiectului 20HyGrid.

Au fost efectuate teste utilizând amestecuri de metan cu 30 vol.% și 35 vol.% H_2 pe diverse tipuri de aparate de tip casnic, inclusiv CT fără condensare, convectoare, încălzitoare instantanee de apă, aragaze și diverse arzătoare atmosferice utilizate în sobe de gătit și încălzit (Fig 1).

Aceste aparate au fost testate și în proiectul 20HyGrid, drept urmare codificarea producătorilor de aparate (P_1 - P_n) s-a păstrat similar cu cea din proiectul 20HyGrid.

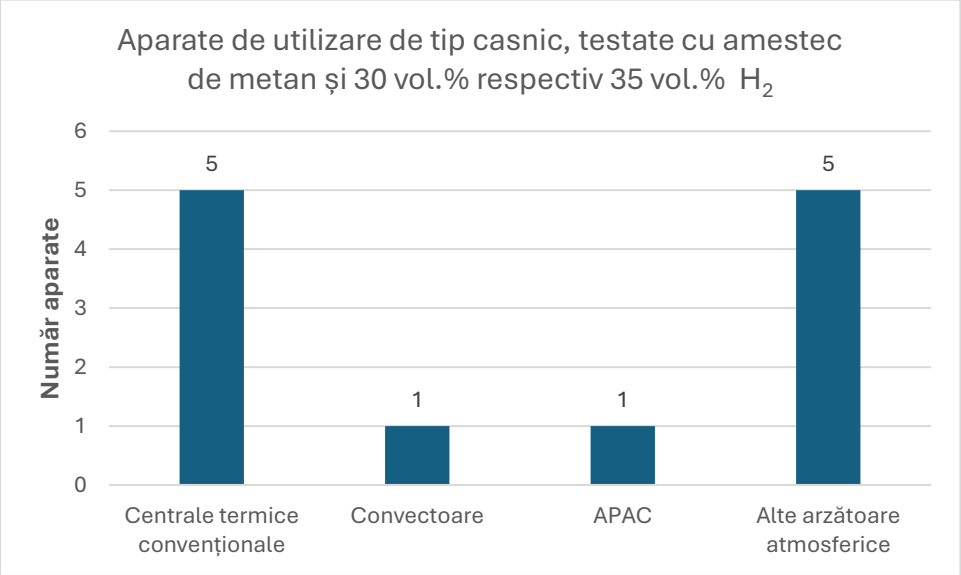


Fig 1 Aparate de utilizare de tip casnic, testate cu amestec de metan și 30 vol.% respectiv 35vol.% vol. H_2

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.1.1 Centrale termice

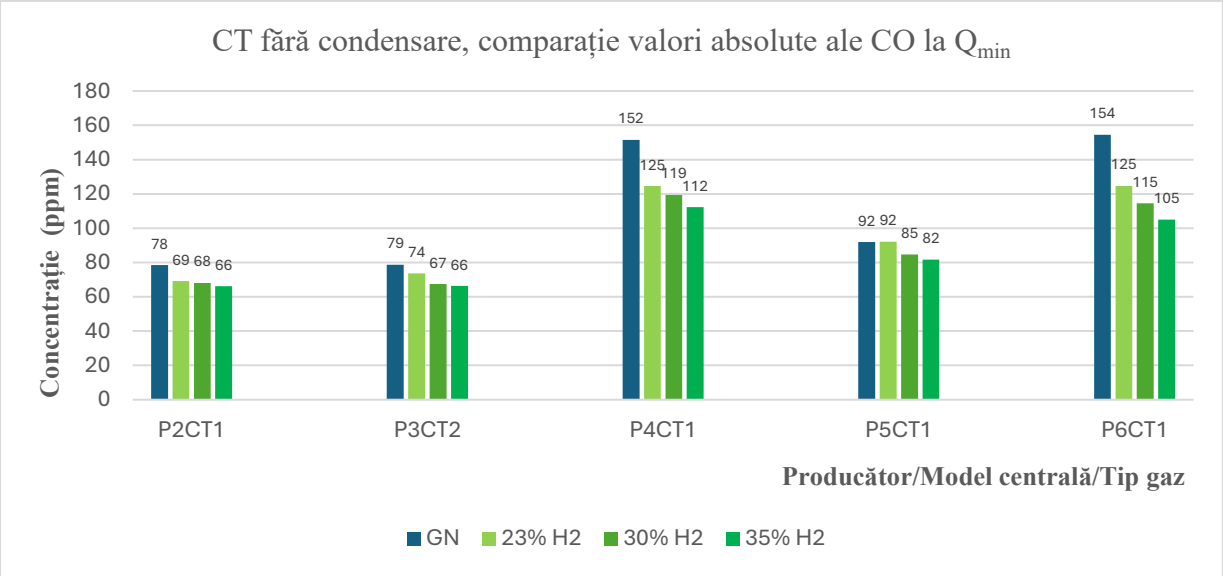


Fig 2 CT fără condensare, comparație valori absolute ale CO la Q_{min}

Figura 2 prezintă concentrațiile de monoxid de carbon pentru diferite modele de CT fără condensare, de la diferiți producători, testate cu GN, apoi cu amestec de metan și H_2 în proporții de 23 vol.%, 30 vol.% respectiv 35vol.%, la debit minim.

Se observă faptul că, <u>în medie</u>, valoarea concentrației de CO la utilizarea amestecului cu 35 vol.% H_2 (86 ppm) scade cu *cca. 23%* față de valoarea cu GN (111 ppm).

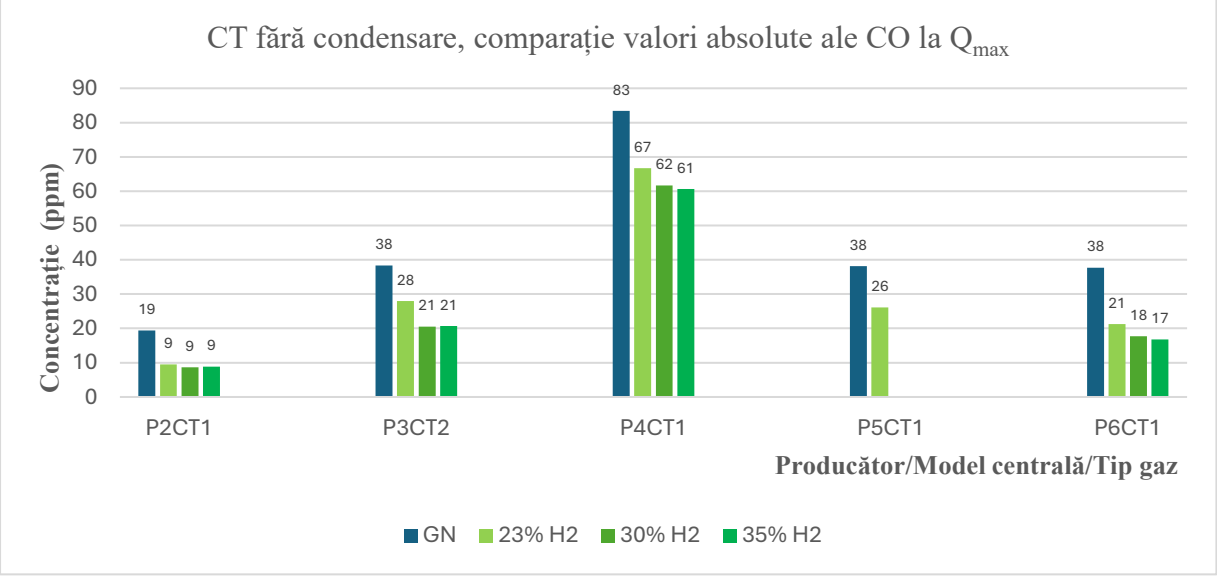


Fig 3 CT fără condensare, comparație valori absolute ale CO la Q_{max}

Figura 3 prezintă concentrațiile de monoxid de carbon pentru diferite modele de CT fără condensare, de la diferiți producători, testate cu GN apoi cu amestec de metan și H_2 în proporții de 23 vol.%, 30 vol.% respectiv 35 vol.%, la debit maxim.

Lipsa valorilor pentru 30 vol.% H_2 respectiv 35 vol.% H_2 în cazul P5CT1, este din cauza faptului că această centrală nu a funcționat la debit maxim cu aceste tipuri de amestec.

În cazul celorlate modele de aparate testate, <u>în medie</u>, valoarea concentrației de CO la utilizarea amestecului cu 35 vol.% H_2 (27 ppm) scade cu *cca. 40%* față de valoarea cu GN (45 ppm).

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

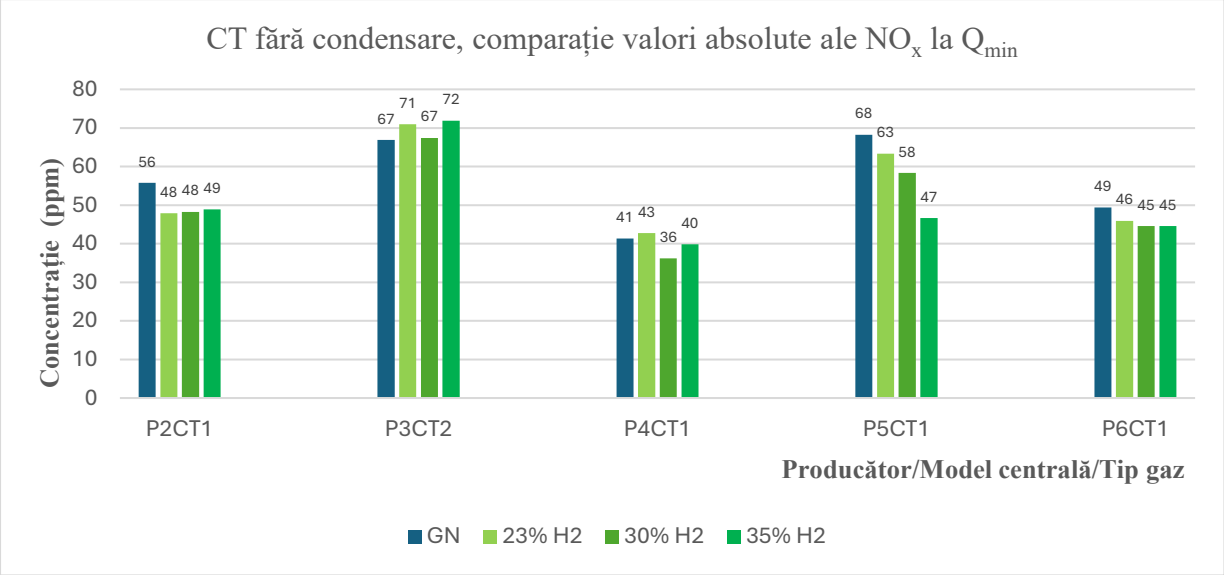


Fig 4 CT fără condensare, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{min}

Figura 4 prezintă concentrațiile de NO_x pentru diferite modele de CT fără condensare, de la diferiți producători, testate cu GN, apoi cu amestec de metan și H_2 în proporții de 23 vol.%, 30 vol.% respectiv 35 vol.%, la debit minim.

Se observă un comportament neunitar, în sensul că pentru patru modele de CT, valoarea concentrației de CO scade sau se menține constantă odată cu creșterea proporției de H_2 în amestec iar pentru un model de CT valoarea concentrației de CO crește ușor.

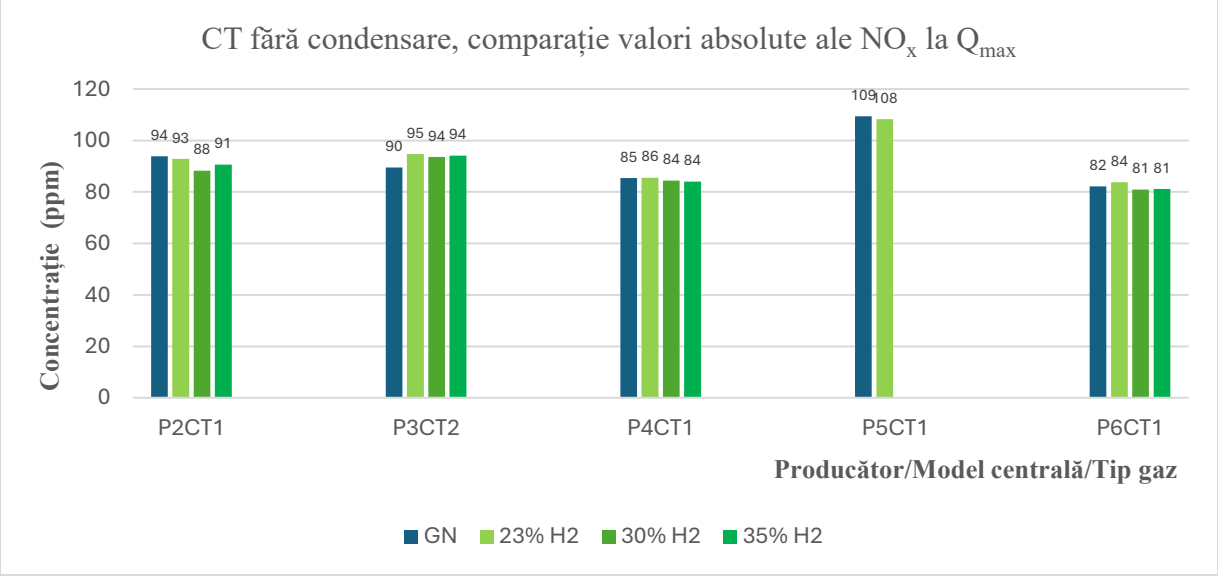


Fig 5 CT fără condensare, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max}

Figura 5 prezintă concentrațiile de NO_x pentru diferite modele de CT fără condensare, de la diferiți producători, testate cu GN apoi cu amestec de metan și H_2 în proporții de 23 vol.%, 30 vol.% respectiv 35 vol.%, la debit maxim.

Se observă un comportament diferit/neunitar, în sensul că în cazul unei CT emisiile de NO_x sunt ușor mai mari la utilizarea amestecurilor metan și H_2 față de emisiile de NO_x în cazul utilizării GN. La celelalte CT, comportamentul rămâne unul de ușoară scădere în cazul amestecurilor cu H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Lipsa valorilor pentru 30 vol.% H_2 respectiv 35 vol.% H_2 în cazul P5CT1 -producătorului (P5)/modelului(CT1), este din cauza faptului că această centrală nu a funcționat la debit maxim cu aceste tipuri de amestec.

S-a observat că la pornirea cu aceste amestecuri, se inițiază procesul de aprindere, apare flacăra, însă aceasta se stinge după aproximativ 2 secunde. S-a testat și trecerea de la amestecul cu 23 vol.% H_2 la amestecul cu 30 vol.% H_2, în timpul funcționării, fără a opri centrala termică, și s-a observat același comportament, în sensul că în momentul în care amestecul cu 30 vol.% H_2 ajunge în arzătorul centralei, flacăra se stinge.

În baza informațiilor disponibile, precum și în urma observării comportamentului de funcționare al centralei termice inclusiv a vizualizării flăcării în camera de ardere, nefuncționarea la debit maxim cu un amestec de GN și 30/35 vol.% H_2 se poate explica astfel:

Centrala termică în cauză este un model fabricat în perioada 2004-2008 și utilizează un arzător atmosferic clasic la care amestecul gaz-aer se formează în principal la nivelul arzătorului. La debit maxim, viteza amestecului prin orificiile arzătorului e la valoarea ei cea mai mare. Adăugarea a 30/35 vol.% H_2 crește suplimentar viteza de ardere a amestecului local, dar mai important, modifică raportul de antrenare a aerului primar- aerul care intră în arzător înainte de aprindere (H_2 fiind mult mai puțin dens decât gazul natural). Combinația "viteză mare a gazului + amestec local posibil prea sărac" (în anumite zone ale arzătorului raportul local aer/combustibil poate deveni mai mare decât cel optim pentru menținerea flăcării ancorate pe arzător) scoate flacăra din fereastra de stabilitate a acestui tip de arzător, iar flacăra se poate desprinde de pe orificii.

În plus, la centralele termice de generație mai veche, pragul de detecție a ionizării este calibrat pentru ardere convențională pe gaz natural pur, însă flăcările cu H_2 produc curent de ionizare mai mic. Dacă la debit maxim flacăra e oricum mai instabilă/deplasată (posibil parțial desprinsă), electrodul de ionizare poate pierde contactul suficient cu zona de reacție, iar curentul scade sub pragul de siguranță — centrala interpretează asta ca "lipsă flacără" și oprește alimentarea cu gaz în 2–3 secunde. Practic, flacăra instabilă declanșează oprirea de siguranță.

Totodată, trebuie ținut cont de uzura fizică a acestei centrale după aprox. 18 ani de funcționare. Depuneri pe arzător sau eroziune ușoară, neuniformă, a orificiilor pot reduce și mai mult marja de stabilitate deja îngustă la debit maxim. Există și posibilitatea ca electrodul de ionizare să fie puțin uzat sau cablul de ionizare să aibă pierderi.

Celelalte centrale fiind de generații mai noi, au în general praguri de ionizare relativ mai permisive, acesta fiind probabil principalul motiv pentru care acestea nu au avut probleme de funcționare.

De menționat faptul că, identificarea cauzei principale a acestui comportament respectiv diferitele reglaje în vederea optimizării proceselor de ardere, rămâne în sarcina producătorilor de echipamente.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.



Fig 6 Aspectul flăcării arzătorului dintr-o CT fără condensare, funcționând la Q_{min} cu amestec de metan și 35 vol.% H_2

În figura 6 se poate observa aspectul flăcării unui arzător dintr-o centrală termică fără condensare, funcționând la debit minim cu un amestec de metan și 35 vol.% H_2. Exceptând faptul că mărimea conului flăcării este mai redusă, nu au fost observate alte probleme privind aprinderea și stabilitatea flăcării.

2.1.2 Convectoare

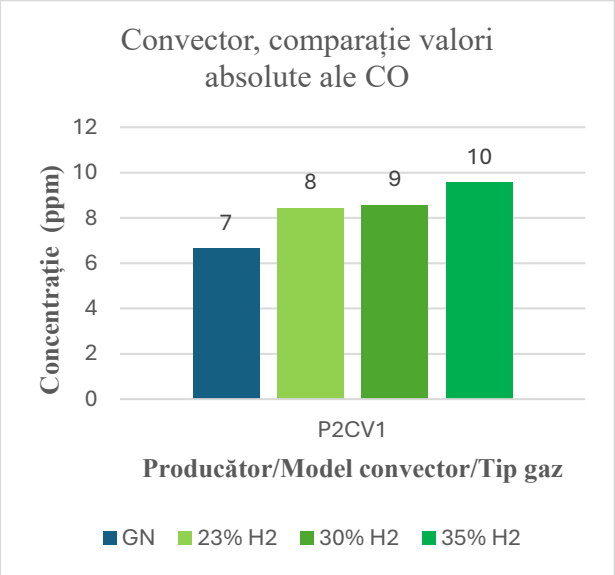


Fig 7 Convector, comparație valori absolute ale CO

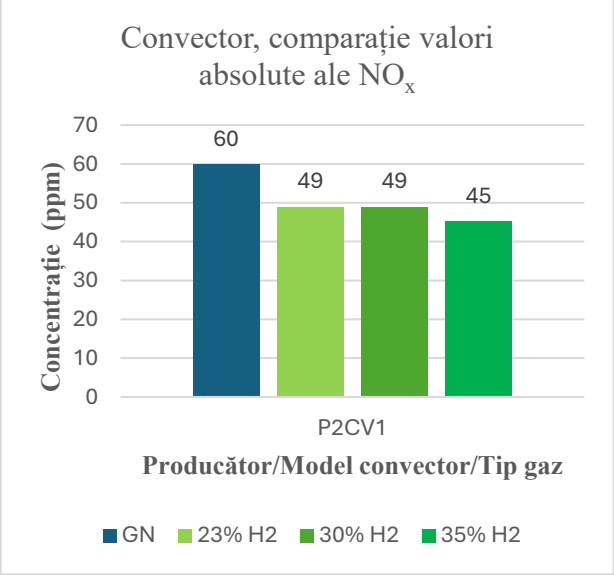


Fig 8 Convector, comparație valori absolute ale NOx

Referitor la convectoare, aflate sub incidența ISCIR, s-a testat un aparat. Având în vedere faptul că acest aparat nu are prevăzut din fabricație un orificiu dedicat pentru prelevare gaze arse, pentru a evita/reduce influența factorilor externi asupra măsurătorilor, aceste prelevări s-au realizat la capătul tubulaturii de evacuare. Din acest motiv, aceste prelevări au avut un nivel de precizie mai scăzut comparativ cu cel al prelevărilor la centrale termice. De aceea, aceste măsurători au mai mult un caracter calitativ, de observare a tendințelor de scădere/creștere a emisiilor de CO și NO_x.

S-a observat o ușoară creștere a valorilor CO și o scădere a valorilor NO_x, pe măsura creșterii procentului de H_2 în metan (Fig 7 și Fig 8).

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.1.3 Aparate de preparat apă caldă

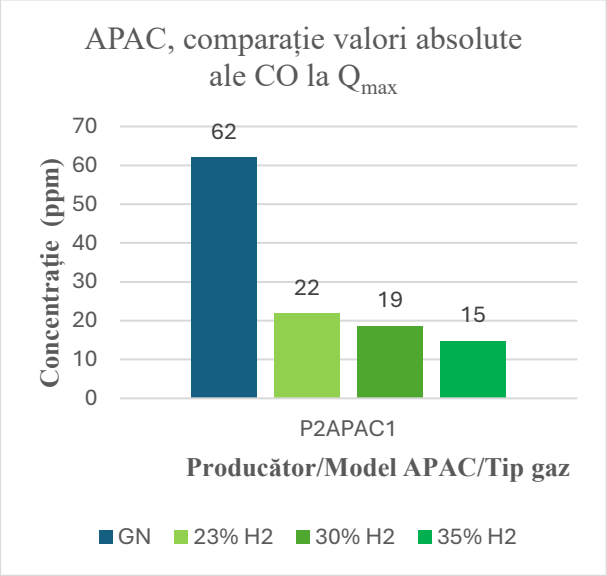


Fig 9 APAC, comparație valori absolute ale CO la Q_{max}

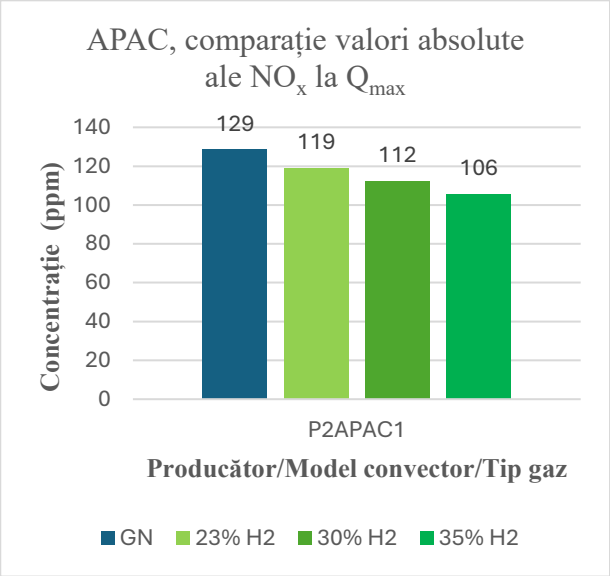


Fig 10 APAC, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max}

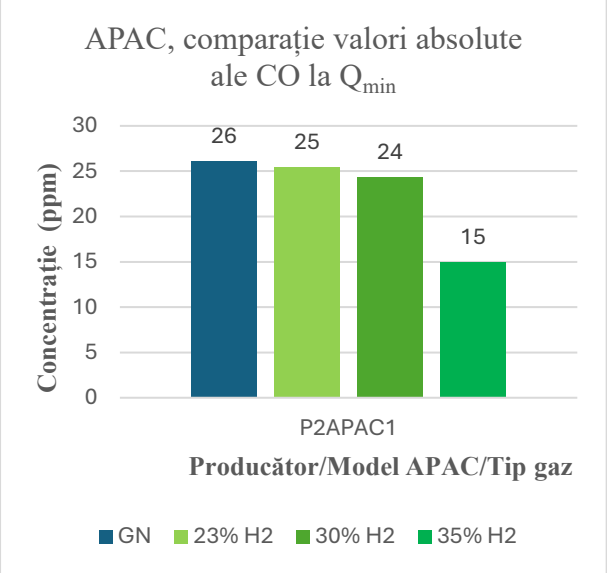


Fig 11 APAC, comparație valori absolute ale CO la Q_{min}

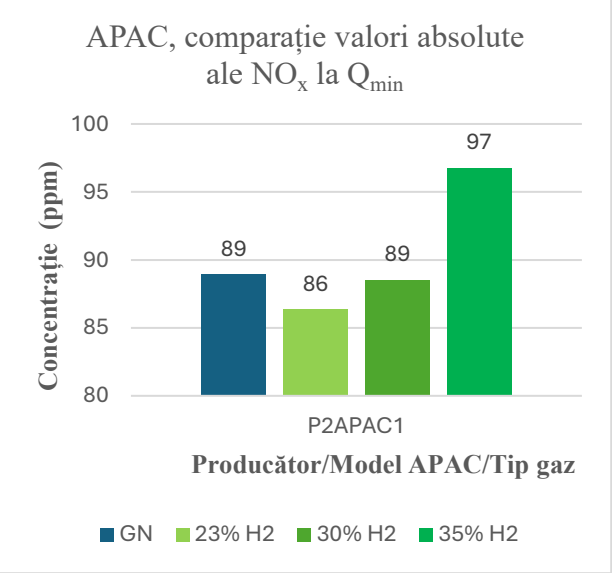


Fig 12 APAC, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{min}

În cazul aparatelor de preparat apă caldă - APAC, aceste aparate se alimentează cu aer din încăperea unde sunt montate (ex. bucătarii, alte spații), similar cu CT racordate la coș. Deși APAC au prevăzut din fabricație un orificiu pentru prelevare gaze arse, acest orificiu nu este accesibil pentru prelevare decât dacă se demontează carcasa de protecție, ceea ce conduce la expunerea arzătorului la factori externi perturbatori (curenți de aer), similar cu arzătoarele atmosferice montate pe aragaze. Ca urmare, nivelul de precizie a acestor prelevări este unul mai scăzut, comparativ cu cel al prelevărilor la centrale termice. De aceea, aceste măsurători, ca și în cazul convectorului, au mai mult un caracter calitativ, de observare a tendințelor de scădere/creștere a emisiilor de CO și NO_x. Totodată, nu s-a insistat la analizarea detaliată a comportamentului

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

acestor aparate, deoarece prezența lor în casele clienților este foarte redusă și tinde spre zero, având în vedere interdicția, prin norme tehnice, de a fi montate în băi (începând cu anii 1986).

S-a observat o tendință de scădere a valorilor CO și NO_x, pe măsura creșterii procentului de H_2 în metan (fig 9, fig 10 și fig 11), excepție făcând valorile NO_x în cazul funcționării la debit minim, care au avut un comportament neunitar (fig 12).

2.1.4 Aragaze și alte arzătoare atmosferice

Aparatele cu arzătoare atmosferice au fost testate în containerul din poligon, într-un mediu relativ deschis, fără a fi protejate de factori externi (curenți de aer, temperatura variabilă etc.) comparativ cu situația reală din teren, când aceste arzătoare sunt protejate de acești factori în interiorul unui aparat (tip sobă de gătit, încălzit etc.). În aceste condiții, rezultatele măsurătorilor nu pot avea un grad satisfăcător de precizie. întrucât nu se pot asigura condiții constante de lucru. Ca urmare, aceste rezultate se vor interpreta preponderent din punct de vedere calitativ, fără pretenția analizelor cantitative. S-a urmărit funcționarea corespunzătoare atât la debit minim cât și la debit maxim, aspectul și zgomotul flăcării precum și tendințele în anumite cazuri - gaze diferite, debite diferite.

Aceeași abordare a fost întâlnită și la DVGW - KIT (Institutul de Tehnologie din Karlsruhe) unde a fost instruită echipa tehnică de proiect.

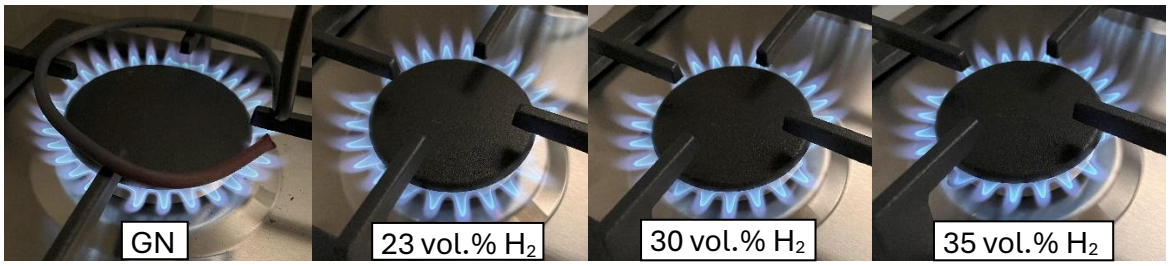


Fig 13 Arzător aragaz

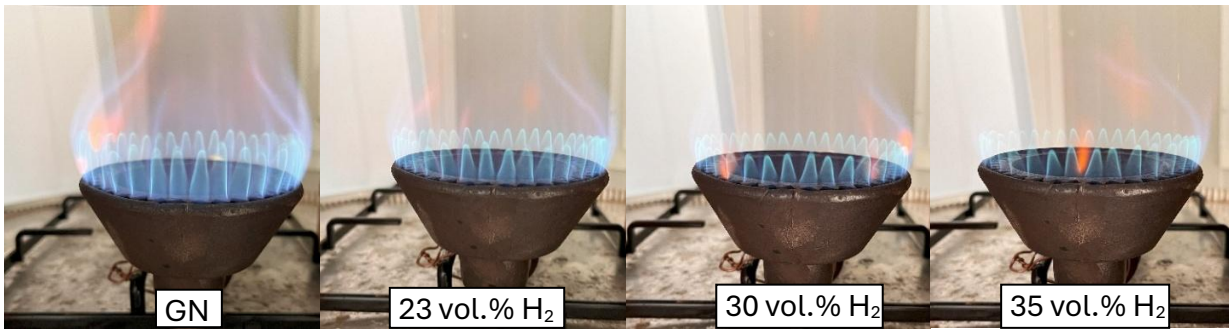


Fig 14 Arzător atmosferic

În figura 13 și figura 14 se poate observa aspectul flacării unui arzător de aragaz respectiv un arzător atmosferic utilizat în sobe de încălzit, la diferite concentrații de H_2 în metan. Se poate observa că pe măsură ce concentrația de H_2 crește, flacăra se apropie tot mai mult de arzător, fapt care poate duce la o supraîncălzire a suprafeței acestuia, motiv pentru care peste aceste concentrații se impune reproiectarea lui pentru funcționarea în condiții de siguranță. Analizând comportamentul flăcării, până la concentrația de 35 vol.% H_2 în metan, nu au fost observate probleme de funcționare ale arzătoarelor.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

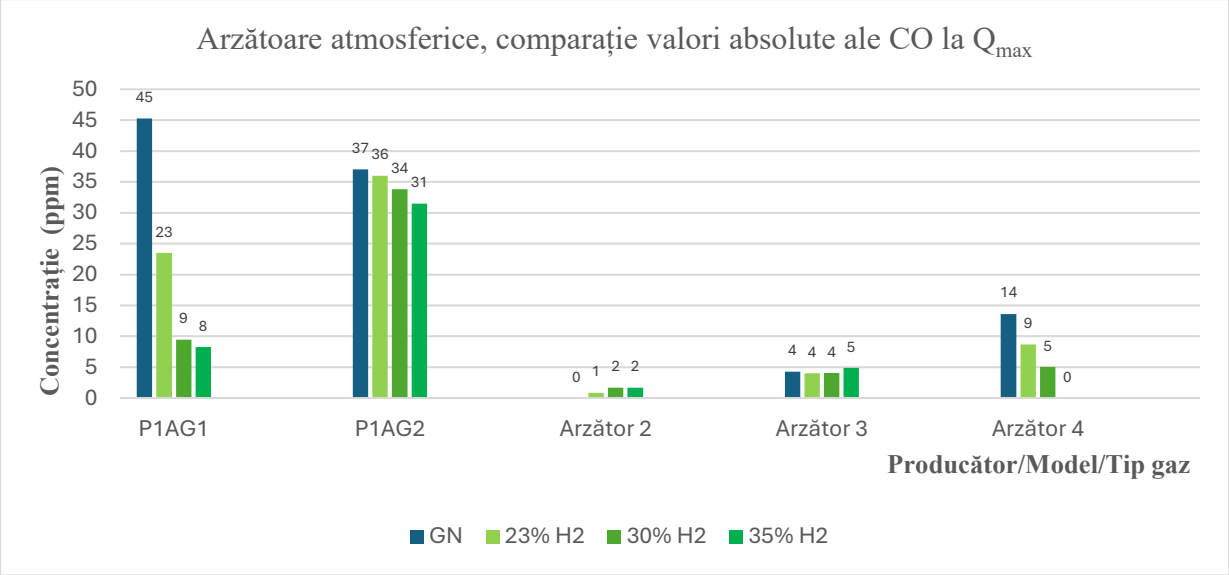


Fig 15 Arzătoare atmosferice, comparație valori absolute ale CO la Q_{max}

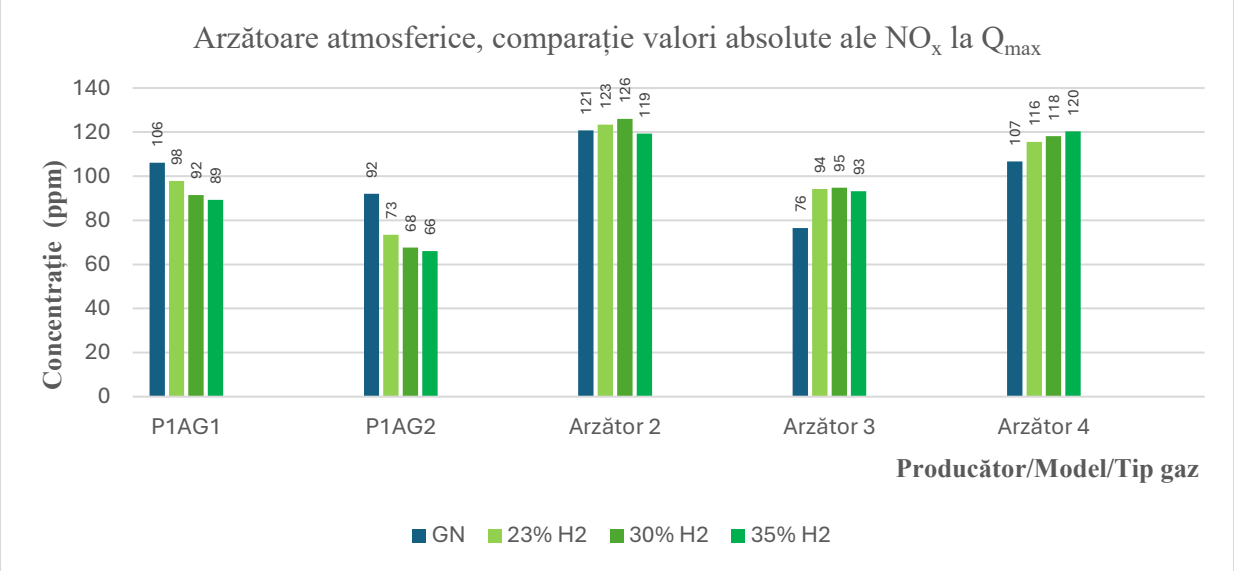


Fig 16 Arzătoare atmosferice, comparație valori absolute ale NO_x la Q_{max}

Fără a analiza valorile, având în vedere cele menționate mai sus, figurile 15 și 16 arată faptul că în cazul utilizării amestecurilor de metan și H_2, există o tendință de scădere a valorilor CO. În ceea ce privește NO_x s-a observat o tendință de scădere în cazul aparatelor de gătit și o ușoară tendință de creștere în cazul arzătoarelor utilizate în sobe de gătit sau teracote.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.1.5 Concluzii – teste aparate de utilizare casnice

1. **Nu au fost constatate diferențe de funcționare** a aparatelor testate cu GN și amestecurile cu 23 vol.%, 30 vol.%, 35 vol.% H_2, respectiv **nu s-au identificat situații în care funcționarea aparatelor de utilizare să fie conformă cu GN și neconformă sau defectuoasă cu aceste amestecuri**, **indiferent de vechimea aparatelor**, cu excepția situației descrise la punctul 2.1.1 fig. 5 (P5CT1)

2. Situația în care **o centrală termică a funcționat la debit minim dar nu a funcționat la debit maxim** cu amestecurile de 30 vol.% H_2 și 35 vol.% H_2, **poate fi pusă pe seama uzurii aparatului (aprox. 18 ani), a tehnologiei mai vechi de fabricație (2004-2008) și a limitelor mai reduse ale pragurilor de ionizare ale acestei centrale termice**; limite care o dată depășite au declanșat închiderea vanei de gaz în momentul în care flacăra probabil a fost mai instabilă/deplasată față de electrodul de ionizare.

3. În urma testelor efectuate, **la marea majoritate a aparatelor testate (CT)**, **s-au constatat scăderi ale concentrațiilor de CO și NO_x** în cazul amestecurilor vs. GN (atât la debit maxim cât și la debit minim).

4. **Valorile fluctuante** ale componentelor gazelor arse în cazul convectoarelor și APAC-urilor, se pot pune pe seama **imposibilității de măsurare precisă a compușilor din gazele de ardere** (în lipsa unui orificiu de prelevare dedicat/standard), ca urmare a **imposibilității atingerii unui regim staționar.**

5. Pentru arzătoarele atmosferice din aragaze, sobe (situație similară cu cea a CV/APAC), s-au constatat următoarele:

   - **majoritatea arzătoarelor s-au comportat similar la GN vs. amestecuri de metan și H_2, fără probleme tehnice de funcționare**, atât la debit maxim cât și la debit minim.
   - se observă tendința de **scădere a concentrațiilor de CO și NO_x în cazul amestecurilor comparativ cu GN**.
   - pe măsura creșterii concentrației de H_2 în GN, flacăra se apropie tot mai mult de arzător (ceea ce poate conduce la o creștere ușoară a temperaturii pe suprafața acestuia).

6. **Nu a existat nicio situație în care să apară fenomenul de întoarcere a flăcării (flashback).**

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2 Analiza comportării aparatelor de utilizare de tip non-casnic la amestec de metan cu 23 vol.% și 30 vol.% hidrogen

Rezultatele pozitive obținute în urma testării aparatelor de utilizare casnice, atât cu 23 vol.% H_2 în proiectul 20HyGrid, cât și cu 30 vol.% respectiv 35 vol.% H_2 efectuate în mediul controlat al poligonului de instruire practică al Delgaz Grid, au dat încredere demarării următoarei etape și anume necesitatea testării cu amestecuri de metan și H_2 în concentrații de 23 vol.% și 30 vol.%, a echipamentelor de tip non casnic. În acest sens au fost încheiate parteneriate cu diverși operatori economici pentru a acoperii o gamă variată de echipamente, cum ar fi: centrale termice de mare putere (100kW, 120kW, 320kW și 1120kW), boilere pe gaz, uscătoare de cereale, cuptoare de panificație, cuptoare de pizza, aparate utilizate în bucătării industriale, aparate de încălzit terase exterioare.

Ținând cont de particularitățile acestor echipamente, ca și măsuri suplimentare de siguranță față de cele întreprinse la testarea aparatelor de utilizare de tip casnic, pe lângă analiza fișelor tehnice ale aparatelor au fost consultați producătorii acestora, în vederea realizării testelor în condiții de siguranță.

Testele au fost efectuate inițial cu GN din rețeaua de distribuție gaze naturale, apoi cu amestecuri de metan și H_2 în proporții de 23 vol.% respectiv 30 vol.% din butelii, iar în final din nou cu GN din rețeaua de distribuție.

Toate echipamentele testate au funcționat fără probleme tehnice, observându-se în același timp o reducere a emisiilor de gaze de ardere.

S-au efectuat două revizii a instalațiilor de utilizare, împreună cu verificarea tehnică periodică a aparatelor de utilizare (care necesită această verificare, conform legislației în vigoare), de către agenți economici autorizați de către ANRE/personal specializat, autorizat ISCIR pentru realizarea acestor categorii de lucrări, astfel:

- *prima revizie*, realizată anterior demarării testelor pentru a ne asigura că instalațiile de utilizare sunt etanșe iar aparatele de utilizare funcționează corespunzător cu gaze naturale
- *a doua revizie,* realizată după finalizarea testelor care a avut scopul de a ne asigura atât pe noi (OSD) cât și clienții că, în urma testării cu amestecuri de GN și H_2, instalațiile sunt etanșe și aparatele de utilizare funcționează corespunzător la revenirea cu gaze naturale.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.1 Centrale termice

2.2.1.1 Centrală termică murală, putere 100kW

A fost testată o centrală termică murală în condensare cu o putere de 100kW, utilizată în clădirea Delgaz Grid a formației operative de lucru Ungheni, jud. Mureș.



Fig 17 Centrală termică murală, putere 100kW

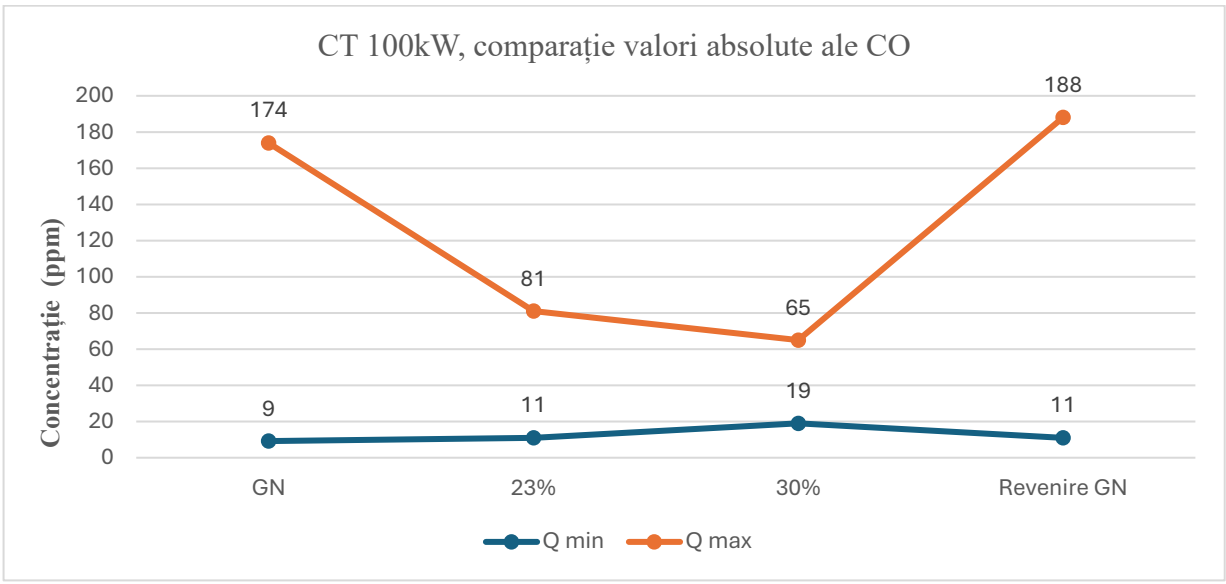


Fig 18 CT 100kW, comparație valori absolute ale CO

În figura 18 se poate observa că în cazul funcționării la debit minim, există o tendință fluctuantă a valorilor CO odată cu creșterea concentrației de H_2 în metan, însă acestea rămân la valori foarte scăzute. În cazul funcționării la debit maxim valorile CO scad cu cca. 63% utilizând un amestec de metan cu 30 vol.% H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

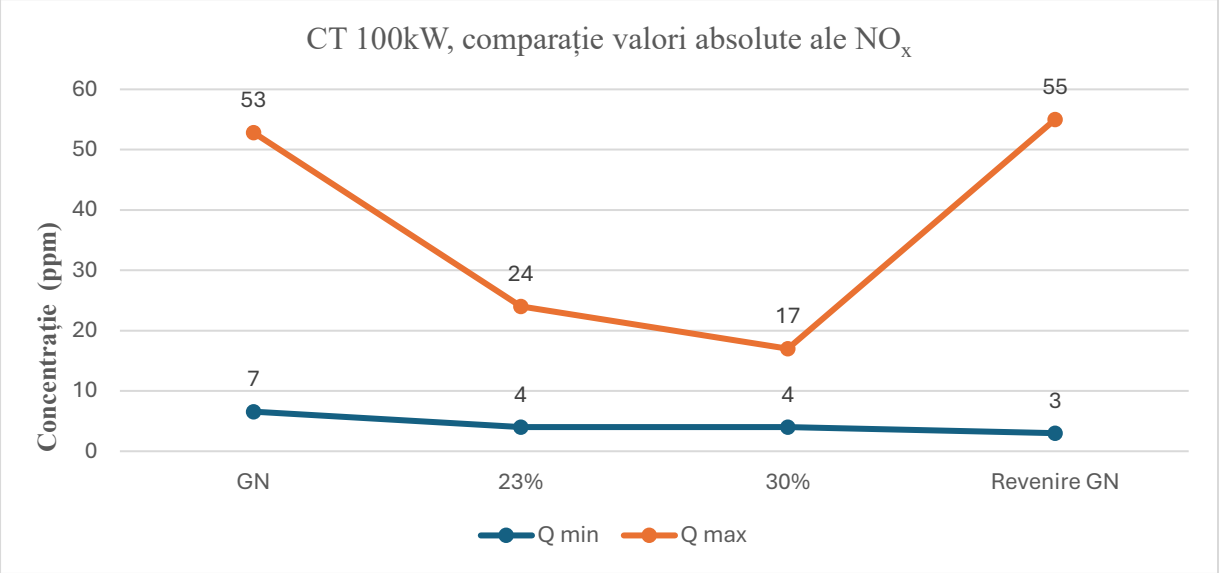


Fig 19 CT 100kW, comparație valori absolute ale NO_x

În figura 19 se observă o scădere a valorilor NO_x atât la debit minim cât și la debit maxim.

La debit maxim, valorile NO_x scad cu cca. 68%, de la 53ppm în cazul utilizării GN la 17ppm în cazul utilizării unui amestec ce conține 30 vol.% H_2.

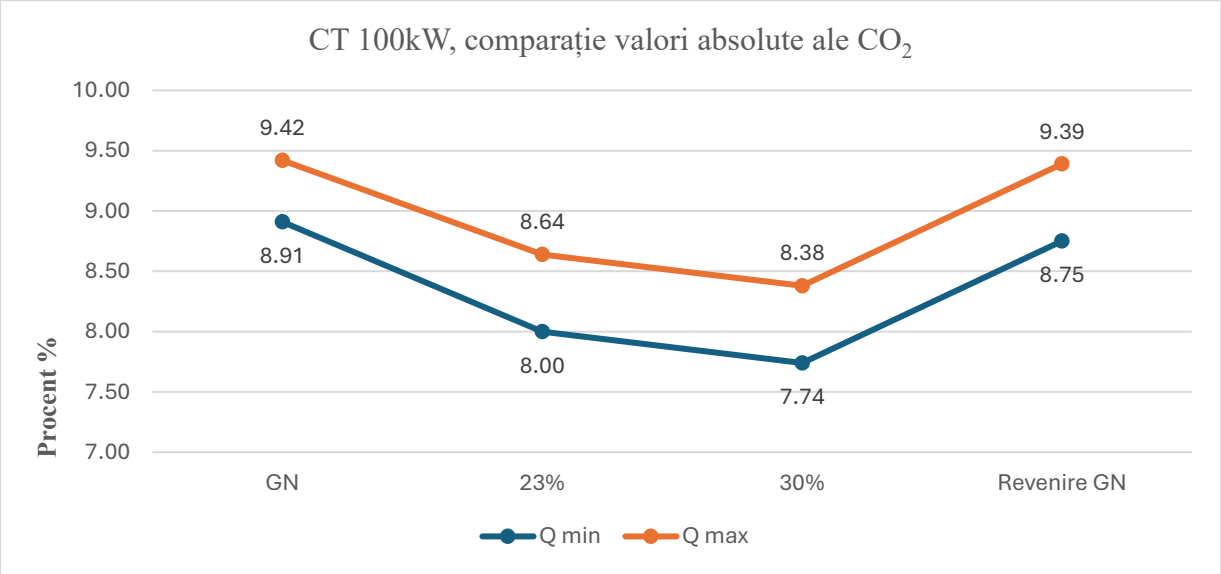


Fig 20 CT 100kW, comparație valori absolute ale CO_2

Conform figurii 20, în cazul amestecului cu 23 vol.% H_2, se observă o scădere a procentului CO_2 din gazele de ardere cu aprox. 10% în funcționarea la debit minim și cu aprox. 8% în funcționarea la debit maxim. În cazul amestecului cu 30 vol.% H_2, se observă o scădere a procentului CO_2 din gazele de ardere cu aprox. 13% în funcționarea la debit minim și cu aprox. 11% în funcționarea la debit maxim.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.1.2 Centrală termică murală, putere 120kW

Această centrală termică murală în condensare cu o putere de 120kW, amplasată în clădirea administrativă Delgaz Grid a centrului de operațiuni rețea Mureș, a fost testată în regim normal de funcționare, timp de o săptămână în luna noiembrie 2025, cu porniri la cald și la rece.

Centrala a funcționat în cea mai mare parte din timp cu un amestec de 23 vol.% H_2 și apoi timp de o zi cu 30 vol.% și ulterior cu 35 vol.% H_2.



Fig 21 Centrală termică murală, putere 120kW

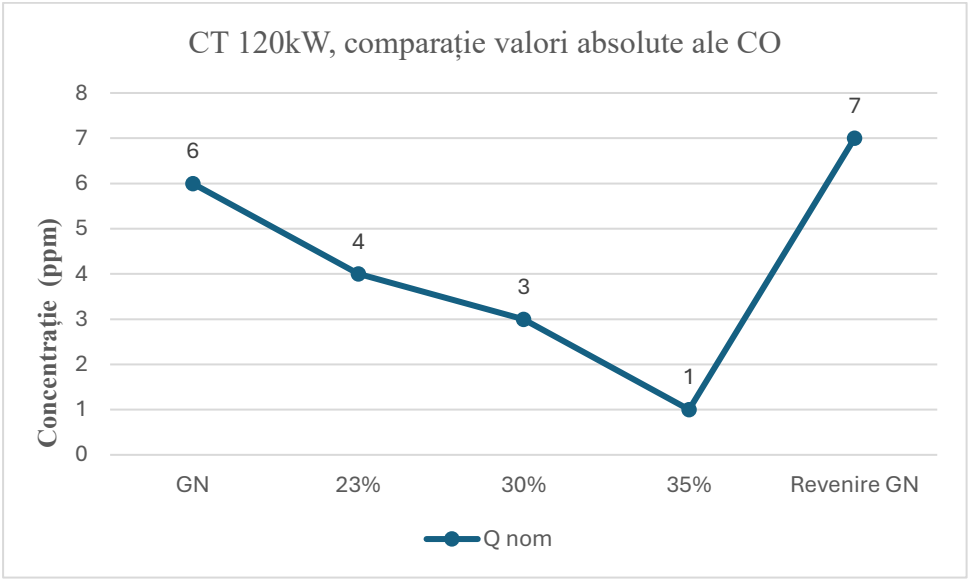


Fig 22 CT 120kW, comparație valori absolute ale CO

În cazul acestei centrale termice valorile CO sunt foarte reduse chiar și la utlizarea GN, însa așa cum se poate observa în figura 22 există o tendință de scădere odată cu creșterea concentrației de H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

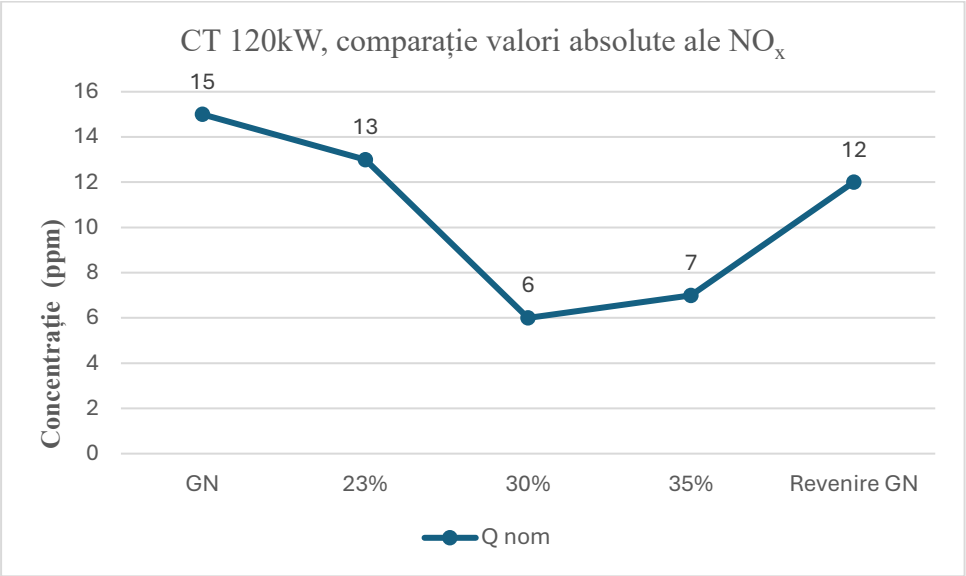


Fig 23 CT 120kW, comparație valori absolute ale NOx

Și în cazul emisiilor NO_x, valorile acestora sunt relativ scăzute la utilizarea GN. În figura 23 se poate de asemenea observa tendința de scădere a acestora odată cu creșterea concentrației de H_2.

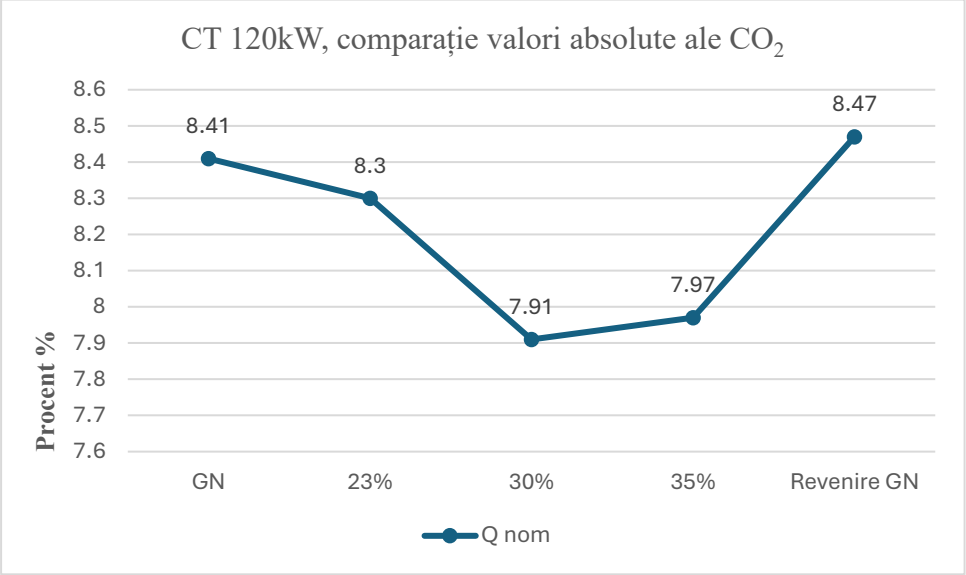


Fig 24 CT 120kW, comparație valori absolute ale CO_2

Conform figurii 24, se observă o scădere a procentului CO_2 din gazele de ardere cu aprox. 1% în cazul amestecului cu 23 vol.% H_2 și cu aprox. 5% în cazul amestecurilor cu 30 vol.% respectiv 35 vol.% H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.1.3 Centrală termică de pardoseală, putere 320kW

A fost testată o centrală termică de pardoseală în condensare, cu o putere de 320kW, utilizată în clădirea Delgaz Grid a centrului de operațiuni rețea Cluj (Fig 25)



Fig 25 Centrală termică de pardoseală, putere 320kW

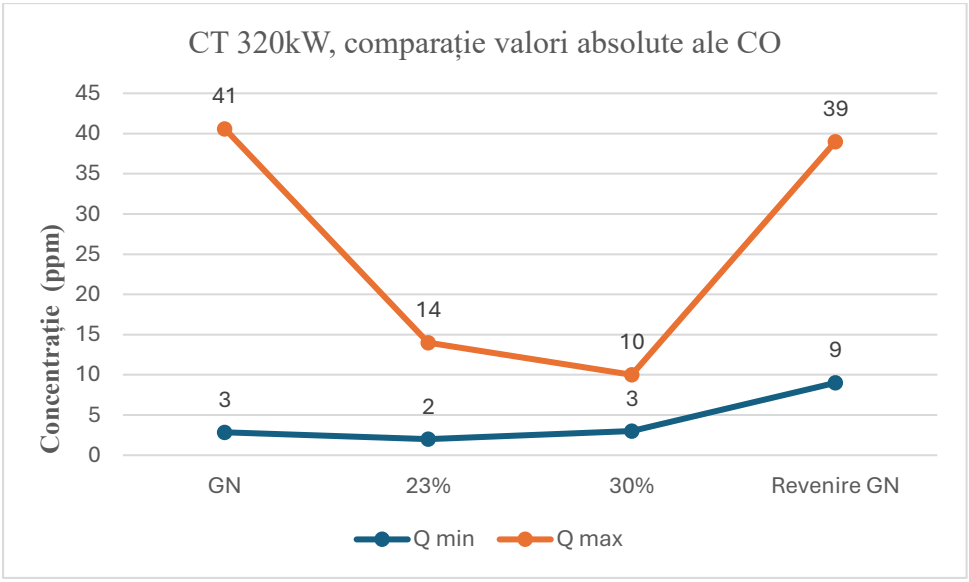


Fig 26 CT 320kW, comparație valori absolute ale CO

În figura 26 se poate observa că în cazul funcționării la debit minim, valorile CO sunt la un nivel foarte scăzut indiferent de tipul de gaz utilizat. În cazul funcționării la debit maxim, valorile CO scad cu cca. 75% utilizând un amestec de metan cu 30 vol.% H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

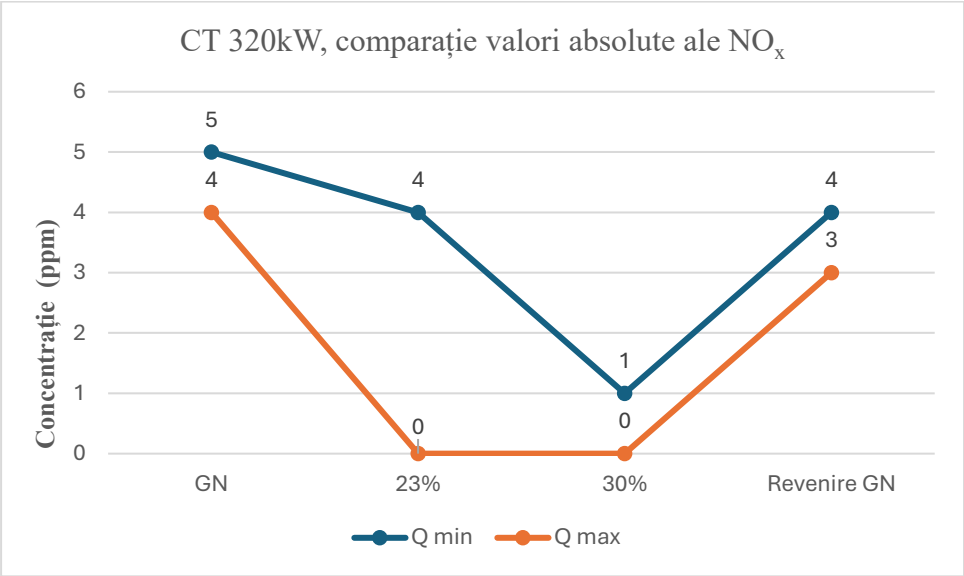


Fig 27 CT 320kW, comparație valori absolute ale NO_x

În ceea ce privește valorile NO_x, așa cum se poate observa în figura 27, acestea sunt la un nivel foarte scăzut atât la debit minim cât și la debit maxim, indiferent de tipul de gaz utilizat.

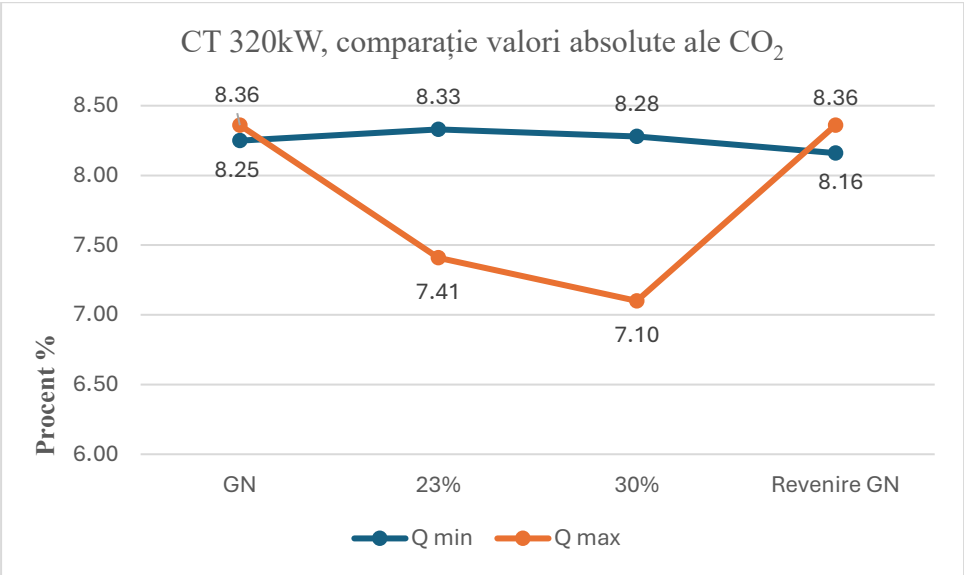


Fig 28 CT 320kW, comparație valori absolute ale CO_2

Conform figurii 28, la functționarea în debit minim nu se observă o diferență semnificativă a procentului CO_2 în cazul diferitelor tipuri de gaze. La funcționarea în debit maxim, se observă o scădere a procentului CO_2 din gazele de ardere cu aprox. 11% în cazul amestecului cu 23 vol.% H_2, respectiv cu aprox. 15% în cazul amestecului cu 30 vol.% H_2.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.1.4 Centrală termică de pardoseală, putere 1120kW

Centrala termică de cea mai mare putere testată în proiect, a fost una de pardoseală, fără condensare, cu o putere de 1120kW, fabricată în anul 2012, utilizată la încălzirea clădirilor Centrului de Îngrijire și Asistență pentru Persoane Adulte cu Dizabilități Dumbrăveni, jud. Sibiu.



Fig 29 Centrală termică de pardoseală, putere 1120kW

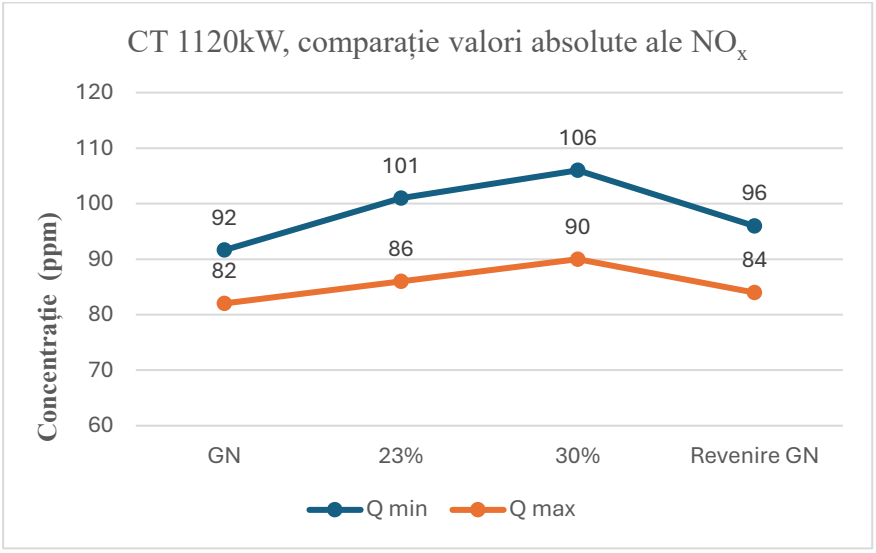


Fig 30 CT 1120kW, comparație valori absolute ale NO_x

În figura 30 se observă o tendință de creștere ușoară a valorilor NO_x atât la debit minim cât și la debit maxim. Analizând totodată și valorile celorlalți parametri (CO, O_2, λ), creșterea NO_x observată în cazul acestei centrale termice este atribuită probabil intensificării mecanismului de formare a NO_x termic (provenit din arderea azotului din aer), ca urmare a creșterii vitezei de propagare a flăcării și a temperaturilor maxime locale, generate de adaosul de hidrogen în combustibil. Pe acest echipament, efectul de creștere a temperaturii flăcării a fost dominant față de efectul de diluare datorat creșterii conținutului de vapori de apă (vaporii de apă rezultați suplimentar din arderea hidrogenului tind să reducă temperatura adiabatică a flăcării).

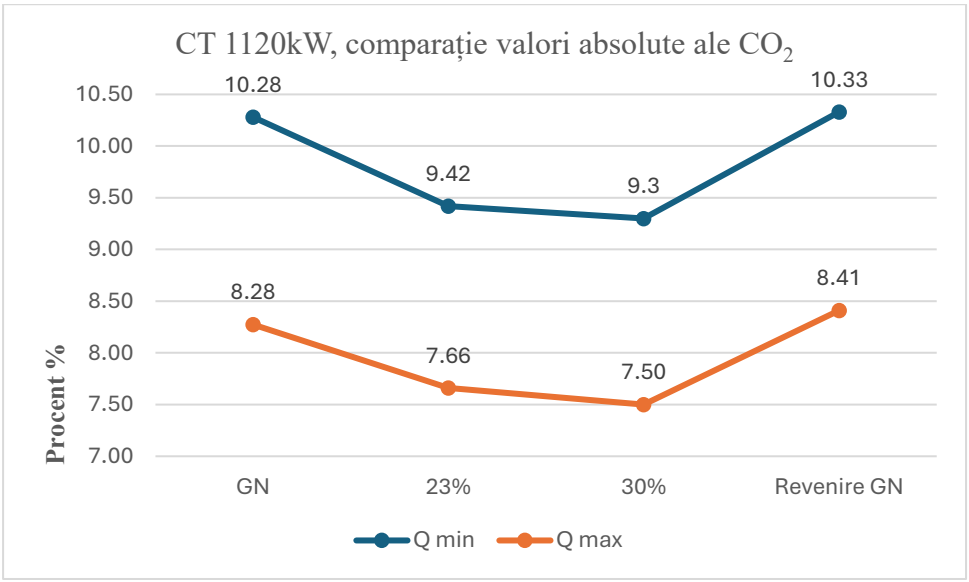


Fig 31 CT 1120kW, comparație valori absolute ale CO_2

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Conform figurii 31, atât în funcționarea la debit minim cât și în funcționarea la debit maxim se observă o scădere a procentului CO_2 din gazele de ardere cu aprox. 8% în cazul amestecului cu 23 vol.% H_2, respectiv cu aprox. 10% în cazul amestecului cu 30 vol.% H_2.

2.2.2 Uscător de cereale

Pentru a produce aerul cald necesar, uscătoarele de cereale utilizează un arzător industrial care funcționează cu gaze naturale.

Operatorul economic partener în proiect – S.C. Agro Eco Mag S.R.L., loc. Târnava, jud. Sibiu, a pus la dispoziție pentru testare un uscător de cereale echipat cu un arzător cu puterea de 1500 kW, fabricat în anul 2020, care funcționează cu o presiune a gazului între 20-500 mbar.



Fig 32 Uscător de cereale

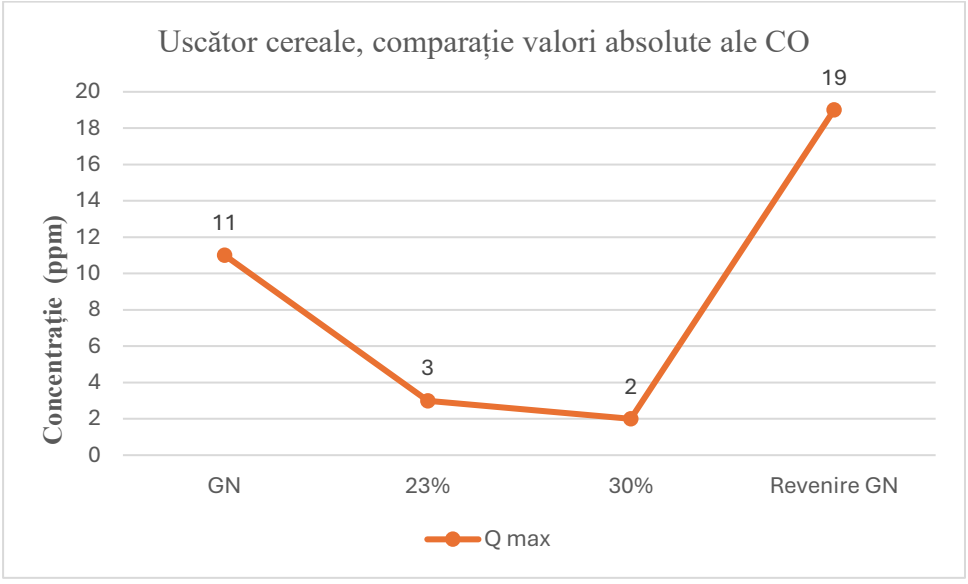


Fig 33 Uscător cereale, comparație valori absolute ale CO

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

În cazul acestui arzător, valorile CO sunt foarte reduse chiar și la utlizarea GN, însă așa cum se poate observa în figura 33 există o tendință de scădere odată cu creșterea concentrației de H_2.

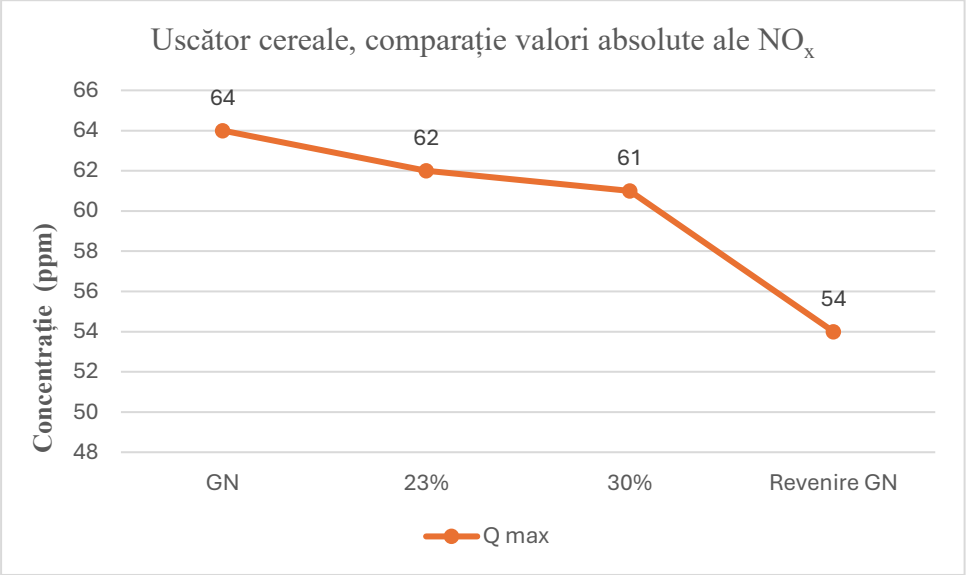


Fig 34 Uscător cereale, comparație valori absolute ale NO_x

În figura 34 se observă o ușoară scădere a valorilor NO_x. S-a observat în schimb că valorile NO_x măsurate la revenirea pe gaze naturale - 54 ppm, au fost mai mici decât cele determinate în etapa inițială - 64 ppm, indicând un punct de funcționare mai favorabil din punct de vedere al formării NO_x. O posibilă explicație poate fi efectul de „curățare" indus de arderea cu H_2 prin care s-a modificat ușor starea suprafețelor capului de ardere (curățare parțială de depuneri), schimbând distribuția locală a temperaturii flăcării la revenirea pe gaze naturale, cu efect persistent asupra NO_x. Nu este exclusă nici o eroare de sensibilitate a analizorului de gaze arse. Senzorii electrochimici de NO_x sunt cunoscuți pentru abateri ale sensibilității în timp/temperatură.

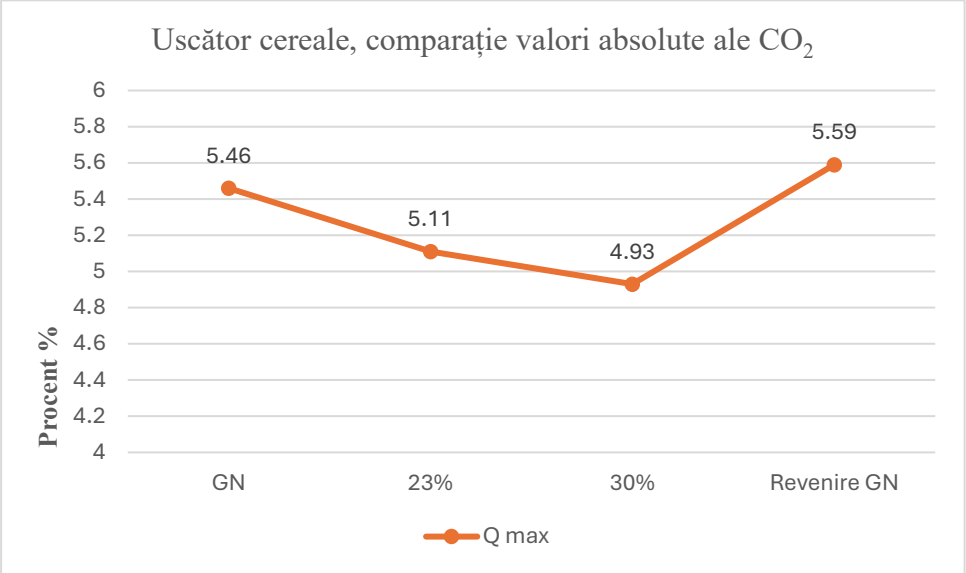


Fig 35 Uscător cereale, comparație valori absolute ale CO_2

În figura 35 se observă tendința de scădere a valorilor CO_2 pe măsura creșterii concentrației de H_2 în metan. În cazul amestecului cu 23 vol.% H_2 acesta a scăzut cu cca. 8%, iar în cazul amestecului cu 30 vol.% H_2 a scăzut cu cca. 10%.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.3 Arzătoare atmosferice

A fost analizat comportamentul mai multor tipuri de arzătoare, observându-se vizual și acustic aspectul flăcării și zgomotul produs, atât la debit maxim, dar mai ales la debit minim.

S-a observat că, dacă un arzător atmosferic funcționează corect pe gaze naturale, funcționează corect și pe un amestec de până la 30 vol.% H_2. O atenție sporită trebuie acordată arzătoarelor vechi care nu au un sistem de siguranță pentru oprirea alimentării în cazul lipsei flăcării, care, în caz de întreținere deficitară, pot prezenta un risc mai mare atunci când funcționează pe gaze naturale și evident, și cu un amestec de hidrogen.

2.2.3.1 Arzător din cuptor de panificație

A fost testat un cuptor de panificatie aparținând operatorului economic partener în proiect S.C. Maier Pan S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu. Acest cuptor utilizează un arzător cu puterea nominală între 55-110kW, fabricat în anul 2014 și care poate funcționa cu gaze naturale la o presiune între 20-200 mbar.



Fig 36 Arzător din cuptor de panificație

În urma testelor cu amestecurile de 23 vol.% și 30 vol.% H_2, nu au fost constatate probleme sau diferențe de funcționare față de utilizarea gazului natural.

2.2.3.2 Arzătoare din aparate de încălzit terase exterioare

Aceste aparate de tip turn sau panou radiant produc căldură pentru a asigura în sezonul rece confortul termic în spațiile de tip terase exterioare. Au fost testate mai multe astfel de echipamente amplasate pe terasa operatorului economic partener în proiect S.C. BAUM S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu.



Fig 37 Arzătoare din aparate de încălzit terase exterioare

În urma testelor cu amestecurile de 23 vol.% și 30 vol.% H_2, nu au fost constatate probleme sau diferențe de funcționare față de utilizarea gazului natural.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

2.2.3.3 Arzătoare pentru echipamente profesionale de gătit

Au fost testate la S.C. BAUM S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu, echipamente profesionale de gătit utilizate în bucătăria restaurantului, precum aragaze profesionale cu arzătoare de putere mare (figura 38) și grătare pe gaz (figura 39)



Fig 38 Arzător pentru aragaz profesional de gătit



Fig 39 Grătar pe gaz

În urma testelor cu amestecurile de 23 vol.% și 30 vol.% H_2, nu au fost constatate probleme sau diferențe de funcționare față de utilizarea gazului natural.

2.2.3.4 Boiler pe gaz

La S.C. Maier Pan S.R.L., loc. Dumbrăveni, jud. Sibiu, a fost testat un boiler pentru preparare apă caldă care utiliza un arzător atmosferic cu puterea de 17.4 kW amplasat sub cazanul cu apă.



Fig 40 Boiler pe gaz

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

În urma testelor cu amestecurile de 23 vol.% și 30 vol.% H_2, nu au fost constatate probleme sau diferențe de funcționare față de utilizarea gazului natural.

2.2.3.5 Cuptor pentru pizza

La S.C. BAUM S.R.L. a fost testat un echipament profesional special pentru coacere pizza, care utilizează un arzător atmosferic cu o putere de 43 kW.



Fig 41 Cuptor pentru pizza

În urma testelor cu amestecurile de 23 vol.% și 30 vol.% H_2, nu au fost constatate probleme sau diferențe de funcționare față de utilizarea gazului natural.

2.2.4 Concluzii – teste aparate de utilizare de tip non casnic

1. **Nu au fost constatate diferențe de funcționare** a aparatelor testate cu GN și amestecurile cu 23 vol.% și 30 vol.% H_2, respectiv **nu s-au identificat situații în care funcționarea aparatelor de utilizare să fie conformă cu GN și neconformă sau defectuoasă cu aceste amestecuri**, indiferent de vechimea aparatelor.
2. În urma testelor efectuate, **la marea majoritate a CT testate**, **s-au constatat scăderi ale concentrațiilor de CO și NO_x** în cazul amestecurilor vs. GN (atât la debit maxim cât și la debit minim).
3. **Nu au fost observate probleme de funcționare ale arzătorului care echipa uscătorul de cereale.** Acesta a funcționat corect atât în cazul utilizării amestecului cu 23 vol.% cât și al celui cu 30 vol.% H_2.
4. Pentru arzătoarele atmosferice din aragaze, boilere, cuptoare de panificație și pizza, aparate de încălzit terase exterioare, s-au constatat următoarele:
   - **majoritatea arzătoarelor s-au comportat similar la GN vs. amestecuri de metan și H_2, fără probleme tehnice de funcționare**, atât la debit maxim cât și la debit minim.
   - pe măsura creșterii concentrației de H_2 în GN, flacăra se apropie tot mai mult de arzător (ceea ce poate conduce la o creștere ușoară a temperaturii pe suprafața acestuia).
5. **Nu a existat nicio situație în care să apară fenomenul de întoarcere a flăcării (flashback).**

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Capitolul 3 Concluzii finale

1. Proiectul pilot 30HyGrid al Delgaz Grid, a demonstrat că **este posibilă din punct de vedere tehnic și fără riscuri suplimentare** comparativ cu cele existente la utilizarea pe gaze naturale, **utilizarea unui amestec de gaze naturale și 30-35 vol.% H_2 pe instalații/aparate de utilizare de tip casnic existente, respectiv 30 vol.% H_2 pe instalații/aparate de utilizare de tip non-casnic existente, fără modificări/reglaje ale acestora.**

2. Testele efectuate au relevat faptul că **nu există niciun risc tehnic în funcționarea cu aceste amestecuri** și confirmă rezultatele proiectelor europene similare, deja realizate. Nu a apărut **nicio problemă tehnică sau de siguranță la instalațiile/aparatele de utilizare și nici comportamente diferite/anomalii față de comportarea cu gaze naturale**.

3. Testele realizate cu amestecuri de 30 vol.% și 35 vol.% H_2 în metan, pe CT de tip casnic fără condensare și cu amestecuri de 23 vol.% și 30 vol.% H_2 în metan pe CT de tip non-casnic, de la producători diferiți, au demonstrat că **aparatele au funcționat corespunzător, fără probleme tehnice, fără risc în exploatare sau comportare diferit față de GN.** cu excepția situației descrise la punctul 2.1.1 fig. 5 (P5CT1).

4. Majoritatea arzătoarelor atmosferice **s-au comportat similar la GN și aceste amestecuri**, **fără diferențe privind aspectul, stabilitatea, uniformitatea flăcării, zgomot etc. și fără probleme tehnice de funcționare, atât la debit maxim cât și la debit minim.**

5. Conform așteptărilor, **s-a observat tendința de reducere a emisiilor de CO și NO_x în gazele de ardere, odată cu creșterea ponderii H_2 în amestec.**

6. **Echipamentele de rețea** utilizate în timpul testelor **(regulatoare de presiune, contoare, armături), au funcționat fără probleme.**

7. **Rezultatele testelor din proiectul 30HyGrid confirmă concluziile analizelor, rapoartelor proiectelor DVGW și studiilor Marcogaz,** care au arătat faptul că **la ponderi de până la 30 vol.% H_2 în GN, majoritatea aparatelor de utilizare existente nu necesită modificări.**

8. În general, **la peste 30 vol.% H_2, sunt necesare modificări ale aparatelor.** Aceste modificări devin tot mai complexe și costisitoare pe măsură ce ponderea H_2 în amestec crește. De aceea, **concluziile altor proiecte din vestul Europei menționează faptul că peste 30 vol.% H_2 în GN, urmează direct 100 vol.% H_2, fără să mai aibă sens modificări succesive ale aparatelor pentru ponderi intermediare ale H_2 în GN.**

9. **Este de apreciat deschiderea operatorilor economici parteneri și încrederea acestora** în Delgaz Grid și **în obiectivele proiectului**.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

10. **Din perspectiva clientului, funcționarea aparatelor cu aceste amestecuri, nu necesită o manipulare diferită față de cea a gazelor naturale.**

11. **Dezvoltarea de noi tehnologii** de construcție arzătoare **pentru 100 vol.% H_2 este o necesitate** pentru **următorul pas pe piața de încălzire**.

12. **Formarea de personal specializat în noile tehnologii este una dintre prioritățile acestei perioade**.

13. **Proiectul pilot 30HyGrid**, alături de celelalte proiecte pilot derulate în întreaga lume, **reprezintă o punte către trecerea spre rețelele pregătite pentru hidrogen.**

Capitolul 4 Perspective/pași următori

Delgaz Grid are în scop mai multe direcții referitoare la implementarea tehnologiilor cu gaze verzi și soluții de decarbonizare (hidrogen, biometan, metan sintetic) în sistemul de distribuție gaze naturale din România:

a) **Proiecte pilot**

- **BlendUp30** - proiect pilot operațional care se concentrează pe funcționarea pe termen mediu (6 luni) cu amestecuri de 20-30 vol.% H_2 în GN, furnizate continuu unui număr limitat de consumatori. Spre deosebire de testele pe termen scurt, acest proiect pilot este conceput pentru a evalua comportamentul în timp al materialelor de rețea din OL și PE, al dispozitivelor de măsurare, al echipamentelor de reglare a presiunii și al aparatelor existente de utilizare în condiții reale de funcționare. Astfel de evaluări pe termen mediu sunt esențiale pentru înțelegerea mecanismelor de degradare, a cerințelor de întreținere și a fiabilității operaționale la tranziția către sisteme de distribuție pregătite pentru hidrogen.

- **BioMethaneMix** - proiect pilot de producere biometan din biogaz și injecția acestuia în rețeaua de distribuție gaze naturale.

  Recunoscând biometanul ca un gaz regenerabil ușor de utilizat, Delgaz Grid a inițiat, de asemenea, activități pilot dedicate evaluării injecției de biometan în rețelele de distribuție. Acest proiect își propune să evalueze compatibilitatea calității gazului și funcționarea rețelei la înlocuirea gazelor naturale fosile cu biometan. Rezultatele acestui proiect pilot contribuie la dezvoltarea standardelor tehnice și a schemelor de certificare necesare pentru implementarea la scară largă a biometanului în cadrul infrastructurii de gaze a României.

- **HyGrid100** - proiect pilot pentru testarea cu 100 vol.% H_2 a unei rețele noi din PE și aparate de utilizare- centrale termice dedicate (sau existente, cu kit de conversie).

  Această inițiativă pilot abordează testarea componentelor de rețea pregătite pentru hidrogen și a tehnologiilor de utilizare finală recent dezvoltate, inclusiv conducte, conexiuni și aparate concepute să funcționeze cu concentrații mari de hidrogen sau hidrogen pur.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Aceste proiecte sunt orientate spre viitor și își propun să sprijine tranziția pe termen lung către sisteme dedicate de distribuție a hidrogenului, în conformitate cu conceptele europene de bază a hidrogenului și cu strategiile energetice naționale.

b) **Colaborare cu autoritățile abilitate** și suport pentru adaptarea legislației existente și elaborarea legislației secundare (ex. norme tehnice provizorii/definitive, regulamente etc.), care să permită utilizarea amestecurilor de GN și H_2 respectiv de biometan în rețelele de distribuție gaze naturale.

c) **Elaborarea unui concept de conversie rețea către standardul "H2 ready"** (evaluarea și clasificarea rețelelor existente, în special cele din PE), având ca referință ordinul ANRE nr. 63/2023 [7] respectiv documente suport cum ar fi: fișele DVGW 407/2022 – OL [8] și 408/2022 – PE [9], urmată de vehicularea treptată, pe zonele convertite, a amestecurilor în ponderi crescătoare a H_2 până la limita maximă a acceptabilității aparatelor actuale de utilizare (30 vol.%).

d) **Pregătirea cerințelor tehnice** pentru proiectarea și execuția de rețele noi, pregătite pentru hidrogen - „hydrogen ready"

- colaborare pentru dezvoltarea pieței de H_2 (dezvoltarea de echipamente de rețea și aparate de utilizare pentru 100 vol.% H_2)
- continuarea discuțiilor cu producătorii interesați de echipamente de rețea, aparate de utilizare, servicii de proiectare/execuție rețele, pentru a analiza evoluția pieței.

e) **Promovarea tehnologiilor și investițiilor cu gaze verzi prin organizarea de evenimente specifice: conferinte naționale și internaționale, forumuri, seminarii**, cu participarea reprezentanților tuturor factorilor interesați din România respectiv experți internaționali care să prezinte rezultate, concluzii și bune practici din proiectele derulate respectiv abordări de implementare a tehnologiilor și de stimulare a pieței.

f) **Alte soluții de decarbonizare** (reducerea emisiilor de metan, pompe de căldură pe gaz/amestecuri de gaze naturale și hidrogen, montarea și utilizarea reactoarelor de de-blending pentru stații de încărcare auto, H_2 pentru pile de combustie/stații de încărcare auto, transportul CO_2 prin conducte etc..

Dezvoltarea de noi tehnologii „H2 ready" - atât pentru rețele de distribuție cât și pentru aparate de utilizare, este o necesitate pentru următorul pas în domeniul decarbonizării.

În acest scop, considerăm că este necesară intensificarea eforturilor și a colaborării tuturor părților interesate: autoritățile statului, companii din industria de profil, mediul universitar și academic, asociații de profil etc. pentru stimularea tehnologiilor cu gaze verzi și a investițiilor în acest sector, având ca rezultat crearea și dezvoltarea unei piețe a gazelor verzi în România. Totodată, un aspect foarte important este informarea corespunzătoare a consumatorilor în privința tehnologiilor gazelor verzi și a hidrogenului în special, pentru facilitarea înțelegerii și creșterii încrederii în fezabilitatea și siguranța acestora.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.

Bibliografie

[1] C. Călin, V. Oprea, M. Bloj, B. Sebeni, I. Halmi, *Raport final proiect pilot 20HyGrid - Analiza comportării componentelor sistemului de distribuție a gazelor naturale, instalațiilor și aparatelor de utilizare existente, fără modificări, la amestecul de gaze naturale cu 20% vol. hidrogen,* Târgu Mureș, 2024.

[2] THyGA Reports
D2.3 Impact of hydrogen admixture on combustion processes – Part II: Practice, 2020
D3.8 WP3: Report on the impact of H2 concentrations on safety, efficiency, emissions, and correct operation for different segments of appliances, 2023
D3.9 Long term effect of H2 on appliances tested, 2023
D5.3 Mitigation solutions: safety check, 2023
D6.5 Roadmap H2NG for Europe, 2023

[3] HyDeploy Reports
HyDeploy: Winlaton Trial Report, 2022
HyDeploy Project Close Down Report, 2024

[4] Topolski, Reznicek, Erdener et al., *Hydrogen Blending into Natural Gas Pipeline Infrastructure: Review of the State of Technology*, 2022 - NREL/TP-5400-81704.

[5] Kiwa Technology, *De impact van het bijmengen van waterstof op het gasdistributienet en de gebruiksapparatuur (Impactul amestecului de hidrogen asupra rețelei de distribuție a gazelor și a echipamentelor utilizatorilor), 2020*

[6] Kiwa Technology, *Keuringseis 214 - Geschiktheid van gasdistributie- en installatiematerialen voor bijmenging met waterstof en volledig waterstofgas (Cerința de inspecție 214 - Compatibilitatea materialelor utilizate în rețelele de distribuție și instalațiile de gaze la amestecurile cu hidrogen și hidrogen pur), 2022*

[7] Ordin ANRE nr. 63/2023 privind aprobarea Regulilor necesare adoptării Codului pentru hidrogen

[8] G407/2022 - Conversia conductelor de gaz din țevi de oțel până la 16 bar presiune de funcționare pentru distribuția de gaze cu conținut de hidrogen-gaze bogate în metan și hidrogen.

[9] G408/2022 - Conversia conductelor de gaz din țevi de plastic în presiune de funcționare de 16 bar pentru distribuția de gaze cu conținut de hidrogen.

Acest document este proprietatea exclusivă a Delgaz Grid SA. Reproducerea integrală sau parțială, distribuirea sau publicarea în scris sau în orice altă formă a informațiilor și a imaginilor conținute de acest document este posibilă doar cu citarea sursei - Delgaz Grid SA. Delgaz Grid SA nu este responsabilă de conținutul furnizat de alte entități, inclus în acest raport și nici de eventuale reproduceri / citări realizate de terțe părți. Delgaz Grid își rezervă dreptul de a modifica, adăuga sau șterge, în orice moment, porțiuni ale conținutului raportului.