

Workshop Vätgaskonferensen 2025

Underlagsrapport för projektet Hydrogen SIC!

Datum för rapport: 2026-01-26.

Rapportförfattare:

ChatGPT styrd av Dr. Cecilia Wallmark, verksamhetsledare vid Centre for Hydrogen Energy Systems Sweden, CH2ESS, vid Luleå tekniska universitet. (cecilia.wallmark@ltu.se)

Notera att detta är en syntesrapport där ChatGPT inte enbart redogör för exakta indata.

Datum och plats för workshop:

10:00-11:30, 11 december 2025, Münchenbryggeriet Stockholm.

Deltagare:

ca 300 personer representerande många olika aktörer



Inledning

Denna rapport sammanfattar resultaten från workshopen inom **Hydrogen – The Systemic Innovation Cluster for Excellence (Hydrogen SIC)** genomförda under Vätgaskonferensen 2025. Materialet bygger på dokumentation från **25 tematiska grupper** och är strukturerat enligt ett gemensamt kategorisystem (A–B–C).

Syftet med rapporten är att ge en **samlad, jämförbar och beslutsrelevant bild** av: - Vision 2035 - Nuläge (Status) – Forskningsbehov - Kompetens- och utbildningsbehov - Innovationsledning - Samarbete (nationellt & internationellt) - Finansiering och investeringar - Infrastruktur och testmiljöer - Övriga strategiska inspel

Sammanfattning per rubrik

Vision 2035

Visionerna pekar konsekvent mot storskalighet, systemintegration och internationell konkurrenskraft. Flera kategorier betonar Sveriges och Nordens roll som föregångare snarare än följare. Gemensamt är att tekniken redan finns, men att struktur och tempo måste öka. Visionerna fungerar som riktmärke för samtliga efterföljande behov och åtgärder.

Status

Status-tabellen visar ett tydligt gap mellan potential och nuläge. Kompetens och teknik finns i hög grad, men systemet är fragmenterat. Många initiativ befinner sig i pilot- eller demonstrationsfas. Regelverk, marknader och infrastruktur släpar efter teknikutvecklingen. Nulägesbilden motiverar behovet av samordning och långsiktigt ledarskap.

Research questions

Forskningsbehoven som identifierats i materialet speglar en tydlig förflyttning från grundläggande teknikverifiering till förståelse för hur vätgassystem fungerar i praktiken, i stor skala och över tid. Tyngdpunkten ligger på systemintegration, där produktion, lagring, distribution och användning måste studeras som sammanhängande helheter snarare än separata tekniska delar. Material- och säkerhetsfrågor under realistiska driftförhållanden, inklusive storskalighet och kalla klimat, framträder som avgörande för fortsatt uppskalning. Samtidigt behövs forskning som belyser marknadsutformning, affärsmodeller och styrmedel, eftersom dessa i hög grad påverkar teknikens genomslag. Sammantaget efterfrågas mer tillämpad och tvärvetenskaplig forskning som direkt kan omsättas i robusta, resilienta och samhällsnyttiga vätgassystem.

Education & Needs for Competence

Denna tabell tydliggör att kompetensbristen är bredare än bara forskning. Störst behov finns inom drift, underhåll och systemintegration. Myndigheter och beslutsfattare pekas ut som särskilt viktiga målgrupper för utbildning. Kortare, tillämpade utbildningar efterfrågas starkt. Kompetensförsörjning ses som en kritisk möjliggörare för hela vätgassystemet.

Innovation Management

Innovation management-tabellen visar att problemet inte är brist på idéer. Det största hindret är övergången från pilot till industriell skala. Systeminnovation och samordning prioriteras för lågt i dagens strukturer. Offentlig efterfrågan och riskdelning är återkommande behov. Ledarskap och styrning lyfts som avgörande faktorer.

Collaboration & Leadership

Tabellen visar att Sverige är starkt i samarbete men svagt i ledarskap. Nationellt efterfrågas tydligare ansvar och systemägarskap. Internationellt pekas Norden och EU ut som naturliga första nivåer. Samarbeten ska vara strategiska snarare än breda. Ledarskap ses som den avgörande skillnaden mellan potential och genomförande.

Funding & Investments

Finansieringsbilden präglas av hög investeringsvilja men stor osäkerhet. Riskdelning mellan stat och industri är ett genomgående krav. Långsiktiga stödprogram efterfrågas i nästan alla kategorier. Offentlig upphandling pekas ut som ett kraftfullt verktyg. Finansiering måste kopplas tydligare till offtake och marknad.

Infrastructure & Test Equipment

Tabellen visar att fysisk infrastruktur är en central flaskhals. Behovet av öppna, industriella testbäddar är mycket tydligt. Test i realistisk skala och klimat saknas i flera delar av systemet. Infrastruktur behöver kopplas till standarder och tillstånd. Nordisk samordning ses som ett sätt att minska kostnader och öka effekt.

Other / Övrigt

Denna tabell fångar värderingar och systemreflektioner som annars riskerar att tappas bort. Handlingskraft och tempo är återkommande teman. Acceptans, transparens och kommunikation lyfts som avgörande. Vätgas ses tydligt som ett medel, inte ett mål i sig. Frustration över långsam implementering genomsyrar flera kategorier.

Innehåll

- Vision 2035
 - Status / nuläge
 - Drivers
 - Barriers
 - Research questions
 - Education & Needs for competence
 - Innovation management
 - Collaboration & leadership
 - Funding & investments
 - Infrastructure & test equipment
 - Övriga strategiska inspel
-
- Workshopmetodik och deltagare
 - Banbrytande teknologier

Kategorisystem

- **A** – Komponenter, material, cirkularitet
- **B** – Produktion, distribution, användning, energisystem
- **C** – Styrning, säkerhet, regelverk, internationalisering, innovation

VISION 2035

Fokus är på **huvudsaklig vision 2035**, formulerad **kort, konkret och användbar** för rapport/roadmap.

ChatGPTs sammanfattning av en vision till 2035 lyder:

”Sverige (och Norden) ska till 2035 ha byggt ett sammanhängande, resilient och konkurrenskraftigt vätgasbaserat energi- och industrisystem där hela värdekedjan – från material, komponenter och produktion till lagring, distribution, användning, marknad, regelverk och internationellt samarbete – är integrerad, skalbar och globalt ledande.”

Sammanfattning per kategori (baserat på angivna dokument)

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad huvudsaklig vision 2035
A0 – Komponenternas värdekedja	5	Sverige har gått från enskilda komponentleverantörer till att leverera standardiserade, modulära och skalbara funktions- och systemlösningar för vätgas globalt, med stark industriell konkurrenskraft.
A1 – Material	12	Sverige är världsledande inom material för vätgasapplikationer genom avancerad testning, verifiering och materialutveckling som ger säkra, kostnadseffektiva och råmaterialsåla lösningar.
A2 – Komponentutveckling	7	Svensk industri leder utvecklingen av kritiska vätgaskomponenter (turbiner, ventiler, mjukvara, systemintegration) som möjliggör storskalig, effektiv och säker användning av vätgas.
A3 – Elektrolysörens komponenter	22	Sverige är en nyckelaktör i den globala elektrolysörvärdekedjan genom industriell produktion av modulära komponenter, starka materialleverantörer och integrerade systemlösningar.

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad huvudsaklig vision 2035
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	4	Vätgassystemet är cirkulärt redan från design, med återvinning, reconditioning och livslängdsförlängning av elektrolysörer och komponenter som norm i svensk industri.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	3	Sverige har en sammanhängande och fungerande vätgasvärdekedja från produktion till slutanvändning, stödd av utbildning, kompetens och systemförståelse i hela samhället.
B1 – Vätgasproduktion	25, 17	Sverige har storskalig, kostnadseffektiv och fossilfri vätgasproduktion, där elektrolys och biomassa kompletterar varandra och utgör bas för grön industri, e-bränslen och beredskap.
B2 – Lagring & distribution	16, 21	Sverige är världsledande i vätgaslagring och har byggt upp regionalt anpassad distribution med pipelines, lager och flexibilitet som integrerad del av energisystemet.
B2b – Transportinfrastruktur	10	Ett robust och tillförlitligt nät av vätgasinfrastruktur för väg, flyg och sjöfart möjliggör fossilfria transporter där vätgas är mest systemeffektiv.
B3a – Industriell användning	8, 14	Svensk industri är klimatneutral och globalt konkurrenskraftig genom säker, standardiserad och storskalig användning av vätgas i hela värdekedjan.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	9, 15	Vätgas och elektrobränslen är konkurrenskraftiga lösningar för tunga vägtransporter, flyg och sjöfart, med Sverige som tidig leverantör av teknik, system och bränslen.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	18, 2	Vätgas är fullt integrerad i energisystemet som lagring, flexibilitet och reglerkraft, vilket möjliggör ett robust, fossilfritt och kostnadseffektivt elsystem.

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad huvudsaklig vision 2035
B3d – Resiliens & beredskap	15, 23	Sverige har ett decentraliserat, robust och importoberoende energisystem där vätgas är central för resiliens, ö-drift och civil-militär beredskap.
B2c – Gasmarknad	24	Sverige har etablerat Europas första välfungerande vätgasmarknad med flera producenter och användare, tydliga regler och fungerande kluster.
C1 – Säkerhet	19	Sverige har tydliga, snabba och harmoniserade säkerhetskrav samt hög kompetens hos myndigheter, industri och räddningstjänst för storskalig vätgas.
C2 – Standarder & regelverk	20	Regelverk och standarder är proaktiva, principbaserade och internationellt harmoniserade, vilket möjliggör snabb innovation och förutsägbara tillståndsprocesser.
C3 – Internationalisering	11	Sverige och Norden är internationellt erkända som ledande exportörer av vätgasteknik, e-bränslen och systemlösningar genom strategiska partnerskap.
C4 – Nordiskt samarbete	6	Norden fungerar som en sammanhållen vätgasregion med gemensam marknad, samordnad infrastruktur och kompletterande nationella styrkor.
C5 – Innovationsstöd	1	Sverige har ett starkt innovationssystem för vätgas som kopplar forskning, industri och kapital och möjliggör snabb övergång från idé till storskalig tillämpning.

STATUS

Fokus är på **nulägesbild 2024–2025**: teknikmognad, kapacitet, samverkan och tydliga systembrister.

Sammanfattning per kategori – STATUS (nuläge)

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad STATUS (nuläge)
A0 – Komponenternas värdekedja	5	Sverige har stark kompetens inom komponenttillverkning men värdekedjan är fragmenterad, projektspecifik och präglad av höga icke-repeterbara kostnader och svag standardisering.
A1 – Material	12	Sverige har internationellt ledande material- och testkompetens för vätgas, men samverkan mellan forskning och industri är otillräcklig och konservativa materialval driver höga kostnader.
A2 – Komponentutveckling	7	Teknisk kompetens finns inom flera kritiska komponenter (turbiner, ventiler, mjukvara), men utvecklingen hämmas av låg efterfrågan, silos och brist på partnerskap.
A3 – Elektrolysörens komponenter	22	Sverige har stark FoU och industriell potential inom elektrolysörkomponenter, men få svenska leverantörer är idag integrerade i kommersiella elektrolysörsystem.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	4	Storskalig installation av elektrolysörer pågår, men system för återvinning, reconditioning och livslängdsförlängning saknas eller är i tidigt forskningskede.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	3	Vätgasvärdekedjan är ofullständig och dåligt koordinerad, med bristande systemförståelse och kompetensöverföring mellan produktion, distribution och användning.

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad STATUS (nuläge)
B1 – Vätgasproduktion	25, 17	Sverige har goda förutsättningar för fossilfri vätgasproduktion (el och biomassa), men få projekt har nått fullskalig kommersiell drift och politisk långsiktighet saknas.
B2 – Lagring & distribution	16, 21	Lagring och distribution sker idag i liten skala, främst via flaskor och trailers; storskaliga pipeline- och lagringslösningar är under planering men saknar färdiga ramverk.
B2b – Transportinfrastruktur	10	Vätgasinfrastruktur för transporter är glest utbyggd, ekonomiskt svår och känslig för låg fordonsvolym, vilket skapar ett moment 22 mellan fordon och stationer.
B3a – Industriell användning	8, 14	Industrin har hög kompetens och erfarenhet av vätgas, men användningen är fortfarande begränsad till vissa sektorer och hämmas av elbrist, regelosäkerhet och höga kostnader.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	9, 15	Demonstrationer pågår inom väg, flyg och sjöfart, men tekniken är dyr, regelverk ofärdiga och uppskalning till kommersiell drift återstår.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	18, 2	Vätgas används ännu marginellt i energisystemet; potentialen för flexibilitet, lagring och reglerkraft är erkänd men saknar tydlig systemägare och marknadsdesign.
B3d – Resiliens & beredskap	15, 23	Sveriges energiberedskap är idag till stor del fossilbaserad, fragmenterad och beslutsmässigt svag, trots hög teknisk och organisatorisk potential för vätgaslösningar.
B2c – Gasmarknad	24	Det finns i praktiken ingen fungerande marknad för grön vätgas; affärer sker via bilaterala, långsiktiga kontrakt och regelverken är ofullständiga.
C1 – Säkerhet	19	Kompetens finns historiskt, men storskalig vätgas utanför industriområden skapar nya riskbilder som dagens regelverk,

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad STATUS (nuläge)
		acceptanskriterier och räddningstjänster inte är rustade för.
C2 – Standarder & regelverk	20	Regelverk och standarder är under snabb utveckling men släpar efter teknikutvecklingen, vilket skapar osäkerhet och långsamma tillståndsprocesser.
C3 – Internationalisering	11	Sverige saknar en tydlig strategi för internationalisering av vätgas, och information om svenska aktiviteter är svåråtkomlig för internationella aktörer.
C4 – Nordiskt samarbete	6	Det nordiska samarbetet är starkt i praktiken, men hämmas av olika stödsystem, nationella tolkningar av EU-regler och brist på gemensamma incitament.
C5 – Innovationsstöd	1	Innovationssystemet är starkt i tidiga faser men svagt i övergången från pilot till kommersiell skala, vilket gör att projekt och bolag tappar momentum eller flyttar utomlands.

Drivers

ChatGPT har

- slagit ihop överlappande formuleringar,
- hållit dem **konkreta och påverkande** (inte visioner),
- inkluderat **flera drivkrafter per rad** där materialet är rikt.

Samlad tabell – Drivkrafter per kategori (A–B–C)

Kategori	Identifierade drivkrafter
A0 – Komponenternas värdekedja	Behov av industriell konkurrenskraft; krav på kostnadsreduktion; möjlighet att gå från komponent till funktionsleverantör; exportpotential.
A1 – Material	Industrins behov av robusta och säkra material; decarbonisering av stål, transport och tung industri; minskat beroende av kritiska råmaterial.
A2 – Komponentutveckling	Avkarbonisering; behov av bättre och billigare material; nya applikationer (off-grid, flexibilitet); tekniskt ledarskap.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Snabb utbyggnad av elektrolys globalt; behov av kostnadseffektiv och skalbar teknik; synergier mellan elektrolys, bränsleceller och kraftelektronik.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Ökande volymer av elektrolysörer; höga materialvärden; industriellt intresse för resurseffektivitet; minskad miljöpåverkan och kostnad.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	Behov av fungerande helhetslösningar; konkurrenskraft genom systemoptimering; lärande mellan sektorer.
B1 – Vätgasproduktion	Fossilfri el i Norden; industriell omställning; självförsörjning; försvar och beredskap; framtida exportmöjligheter.

Kategori	Identifierade drivkrafter
B2 – Lagring & distribution	Behov av flexibilitet och balansering; försörjningstrygghet; prisoptimering; systemintegration av el och gas.
B2b – Transportinfrastruktur	Ambitiösa klimatmål; offentlig upphandling; behov av fossilfria tunga transporter; möjlighet till snabb infrastrukturell uppskalning.
B3a – Industriell användning	Klimatmål; långsiktig konkurrenskraft för svensk industri; möjlighet till högre förädlingsvärde; fossilfri produktion.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Begränsningar med batterier för tunga transporter; krav på långa räckvidder; internationell konkurrens; exportpotential.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Behov av flexibilitet och reglerkraft; integration av vind och sol; effektiv användning av fossilfri el.
B3d – Resiliens & beredskap	Ökat fokus på energisäkerhet; geopolitisk osäkerhet; behov av självförsörjning; krav på robusta system i kris.
B2c – Gasmarknad	Behov av fossilfria processer och transporter; försörjningstrygghet; möjlighet att bygga på erfarenheter från elmarknaden.
C1 – Säkerhet	Acceptans för storskalig vätgas; krav på säkra anläggningar; historisk kompetens inom processsäkerhet; internationella förebilder.
C2 – Standarder & regelverk	Behov av förutsägbarhet; snabb teknikutveckling; krav på harmonisering inom EU; minskad osäkerhet för investeringar.
C3 – Internationalisering	Internationell handel med energi och bränslen; export av teknik och systemlösningar; behov av strategiska partnerskap.

Kategori	Identifierade drivkrafter
C4 – Nordiskt samarbete	Liknande förutsättningar i Norden; gemensamma klimatmål; stora energiresurser; kompletterande styrkor mellan länder.
C5 – Innovationsstöd	Stark forskningsbas; hög innovationsvilja; behov av att omsätta kunskap till produkter; internationell konkurrens om investeringar.

Tvärgående drivkrafter (mycket tydliga)

- 1. Klimat- och avkarboniseringsmål**
 - 2. Industriell konkurrenskraft och exportmöjligheter**
 - 3. Resiliens, beredskap och energisäkerhet**
 - 4. Systemintegration av el, gas och industri**
 - 5. Teknisk och industriell ledarambition**
-

Barriers

Barriärer, (inkl. explicita “Barriers”-rubriker och tydligt återkommande hinder i text och diskussion).

ChatGPT har:

- slagit ihop överlappande formuleringar,
- hållit barriärerna **konkreta och handlingsbara** (inte visioner),
- lagt **flera barriärer per rad** där materialet är rikt.

Samlad tabell – Barriärer per kategori (A–B–C)

Kategori	Identifierade barriärer
A0 – Komponenternas värdekedja	Fragmenterad värdekedja; låg standardisering; projektspecifika lösningar med höga NRE-kostnader; svårigheter att hitta leverantörer utan befintliga nätverk.
A1 – Material	Konservativa materialval p.g.a. säkerhetskrav; högt beroende av kritiska råmaterial; svag koppling mellan FoU och industriell tillämpning; brist på storskaliga testdata.
A2 – Komponentutveckling	Låg och osäker efterfrågan; nedlagda projekt; brist på partnerskap; företagens begränsade tid och prioriteringar; fossil teknik för billig.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Få svenska komponenter i kommersiella system; begränsad öppenhet i industriell FoU; otillräckliga testbäddar i realistisk skala; utmaningar med kallt klimat.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Avsaknad av etablerade återvinningsflöden; tung och svårhanterad utrustning; brist på processkartläggning över industrigränser; begränsad samordning.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	Bristande helhetssyn; svag koordinering mellan aktörer; otillräcklig systemförståelse hos beslutsfattare; utbildningsgap.

Kategori	Identifierade barriärer
B1 – Vätgasproduktion	Avsaknad av långsiktig politisk agenda; osäkerhet kring elpris och elkapacitet; hög investeringsrisk; brist på kapitalisering av projekt.
B2 – Lagring & distribution	Otydliga och ofärdiga regelverk; höga kapitalkostnader; begränsad erfarenhet av storskalig lagring; lång ledtid för pipelines.
B2b – Transportinfrastruktur	Moment 22 mellan fordon och infrastruktur; högt TCO; låg tillförlitlighet i stationer; långdragna tillståndsprocesser; låg kundvolym.
B3a – Industriell användning	Osäkerhet i regelverk; begränsad tillgång på el; höga kostnader för grön vätgas; svaga affärsmodeller i tidiga skeden.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Tekniken är för dyr; oklara regler; säkerhetskrav ej färdigutvecklade; konkurrens från billigare alternativ (BEV/fossilt).
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Avsaknad av systemägare; otydlig roll för vätgas i elsystemet; politiska signaler upplevs motsägelsefulla; marknadsdesign saknas.
B3d – Resiliens & beredskap	Brist på beslutskraft; fossilberoende beredskap; oklara mandat mellan myndigheter; avsaknad av kravställning för dual-use-lösningar.
B2c – Gasmarknad	Ingen etablerad marknad; otydliga regler för handel och rörledning; behov av långa bilaterala kontrakt; oförutsägbara tillståndsprocesser.
C1 – Säkerhet	Föråldrade acceptanskriterier för risk; bristande kompetens hos räddningstjänster; osäkerhet kring storskalighet; låg transparens i riskdata.
C2 – Standarder & regelverk	Regelverk släpar efter teknik; brist på vägledning; låg myndighetskompetens; komplex implementering av EU-regler; otydliga SNI-koder.

Kategori	Identifierade barriärer
C3 – Internationalisering	Avsaknad av strategi; bristande internationell kommunikation; långsamma finansieringsprocesser; svårt att attrahera internationella aktörer.
C4 – Nordiskt samarbete	Olika nationella stödsystem; skilda tolkningar av EU-regler; brist på gemensamma incitament; lönsamhetsutmaningar i projekt.
C5 – Innovationsstöd	Stort glapp mellan pilot och marknad; brist på långsiktigt stöd; svag kapitalisering; risk att bolag flyttar utomlands.

Tvärgående barriärer (mycket tydliga)

- 1. Osäkerhet och brist på långsiktighet (policy, marknad, el)**
 - 2. Pilot → industri är största flaskhalsen**
 - 3. Regelverk och tillstånd bromsar tempo**
 - 4. Kapital finns men riskerna är för höga**
 - 5. Systemansvar och ledarskap saknas**
-

Research questions

ChatGPT har:

- endast tagit med **forskningsfrågor som faktiskt nämns eller tydligt kan utläsas,**
- formulerat dem **koncist men forskningsbart** (inte policy- eller åtgärdsformuleringar),
- lagt **flera forskningsfrågor per rad** där materialet är rikt.

Samlad tabell – Forskningsfrågor per kategori (A–B–C)

Kategori	Centrala forskningsfrågor (samlad lista)
A0 – Komponenternas värdekedja	Hur kan komponenter designas för funktion snarare än projektspecifik anpassning? Hur möjliggör standardisering och modularisering skalbar industrialisering? Hur kan komponentdata delas utan att förlora konkurrenskraft?
A1 – Material	Hur påverkar vätgas materialutmattnings under realistiska tryck-, temperatur- och lastcykler? Hur kan material med lägre innehåll av kritiska metaller uppnå tillräcklig vätebeständighet? Hur kan livslängd predikteras genom accelererade tester och digitala modeller?
A2 – Komponentutveckling	Hur påverkar kundefterfrågan och marknadsdesign komponentutvecklingstakt? Vilka materialriskerna uppstår vid storskalig användning av vätgas och e-bränslen? Hur kan systemdesign minska överdimensionering?
A3 – Elektrolysörens komponenter	Hur samverkar degradering och flexibel drift i elektrolysörstackar? Hur kan sensorsystem på cellnivå förbättra driftstrategier? Hur designas elektrolysörsystem för kallt klimat (–30 °C)? Hur kan PFAS-fria membran uppnå konkurrenskraftig prestanda?
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Hur kan elektrolysörstackar reconditioneras på plats? Hur kan livslängden förlängas utan att kompromissa säkerhet? Hur kan metalliska komponenter och ädelmetaller återvinnas effektivt i Sverige? Hur kartläggs industriella restflöden systematiskt?

Kategori	Centrala forskningsfrågor (samlad lista)
B0 – Värdkedja vätgasproduktion till användning	Hur optimeras hela värdekedjan snarare än enskilda delar? Hur påverkar utbildning och kompetens systemprestanda? Hur skapas helhetssyn hos beslutsfattare?
B1 – Vätgasproduktion	Ska Sverige sälja vätgas som produkt eller tjänst? Hur kan storskalig elektrolys optimeras mot elnätets behov? Hur kombineras elektrolys och biobaserad produktion effektivt?
B2 – Lagring & distribution	Hur påverkar regelverk möjligheten till storskalig vätgaslagring? Vilka lagringsformer ger bäst systemnytta (berg, LOHC, LH ₂ , pipeline)? Hur kan lagring användas för flexibilitet och prisoptimering?
B2b – Transportinfrastruktur	Hur kan infrastruktur byggas i takt med fordonsintroduktion? Vilka tekniska lösningar ger högst tillförlitlighet för stationer? Hur påverkar användarupplevelse acceptans?
B3a – Industriell användning	Hur skalas vätgasintegration i industri kostnadseffektivt? Vilka tillämpningar ger högst systemnytta? Hur säkerställs robust drift, materialtillgång och säkerhet över tid?
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Hur blir vätgas konkurrenskraftig mot BEV och fossila alternativ? Vilken vätgasform (700 bar, LH ₂ , e-bränslen) är optimal per segment? Hur hanteras säkerhet i kalla och marina miljöer?
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Hur bidrar vätgas bäst till flexibilitet och reglerkraft? Hur ska elektrolysörer styras för att stödja elsystemet? Hur värderas systemnytta jämfört med punktoptimering?
B3d – Resiliens & beredskap	Vilken nivå av resiliens ska energisystemet klara och under hur lång tid? Hur designas ö-drift med vätgas? Är ett resilient energisystem en samhällsrättighet?
B2c – Gasmarknad	Hur skiljer sig en vätgasmarknad från elmarknaden i struktur och logik? Vilka kontraktsformer krävs? Hur kan balans- och flexibilitetstjänster utformas?

Kategori	Centrala forskningsfrågor (samlad lista)
C1 – Säkerhet	Hur ska acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk uppdateras? Hur förändras riskbilden vid storskalig vätgas utanför industriområden? Hur kan olycksdata delas transparent?
C2 – Standarder & regelverk	Hur skapas principbaserade regelverk som klarar snabb teknikutveckling? Hur kan standarder digitaliseras och användas i tillståndsprocesser? Hur harmoniseras EU- och nationella regler?
C3 – Internationalisering	Hur organiseras strategiska internationella samarbeten med minskad säkerhetsrisk? Hur kan utbildnings- och forskningssamarbete stärka innovationstakt?
C4 – Nordiskt samarbete	Hur kan gemensamma nordiska forskningsprogram utformas för maximal systemnytta? Hur harmoniseras stödsystem och regelverk mellan länder?
C5 – Innovationsstöd	Hur utformas innovationssystem som fungerar efter pilotfasen? Hur kopplas FoU, kapital, offtake och industrialisering effektivt?

Viktig meta-slutsats (forskningsstrategisk)

Forskningsfrågorna i materialet rör sig tydligt från ”**kan tekniken fungera?**” till ”**hur fungerar systemet i verkligheten, i skala, över tid och under osäkerhet?**”

Detta innebär att:

- behovet av **tillämpad, systemnära forskning** är större än behovet av grundläggande teknikbevis,
 - många forskningsfrågor ligger i **gränlandet mellan teknik, ekonomi, juridik och samhälle**.
-

Education and needs for competence

Fokus är på **konkreta kompetensbehov, utbildningsnivåer och systembrister**, inte visioner.

Sammanfattning per kategori – EDUCATION & NEEDS FOR COMPETENCE

Kategori	Ingående dokument	Sammanfattad kompetens- och utbildningsbild
A0 – Komponenternas värdekedja	5	Behov av ingenjörer och tekniker som kan gå från komponentdesign till system- och funktionsleverans. Brist på kompetens inom industrialisering, standardisering och modulära system.
A1 – Material	12	Stort behov av tvärdisciplinär kompetens inom material, elektrokemi och mekanik. Efterfrågan på experter inom vätgas-materialinteraktion, testning, certifiering samt korta industrikurser och industri-PhD.
A2 – Komponentutveckling	7	Behov av högutbildade ingenjörer inom systemdesign, säkerhet och materialutmattnings samt personer som kan bygga samarbeten och driva partnerskap mellan aktörer.
A3 – Elektrolysörens komponenter	22	Utbildning är lika kritisk som forskning. Behov av ingenjörer med systemförståelse för elektrolysörer, styrsystem, kraftelektronik samt drift i kallt klimat.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	4	Kompetensbehov omfattar i praktiken alla nivåer: process, material, återvinning och systemanalys. Brist på specialister inom reconditioning, livslängdsanalys och cirkulär design.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	3	Behov av bred systemkompetens längs hela värdekedjan samt utbildning av politiker och

Kategori	Ingående dokument	Sammanfattad kompetens- och utbildningsbild
		beslutsfattare på lokal, regional och nationell nivå.
B1 – Vätgasproduktion	25, 17	Stort behov av drifttekniker, processingenjörer och generalister med systemperspektiv. Politiker och myndigheter behöver grundläggande vätgaskompetens för att kunna fatta informerade beslut.
B2 – Lagring & distribution	16, 21	Brist på kompetens inom tillståndsprocesser, juridik och dimensionering av lagringssystem. Behov av utbildning inom digitala tvillingar, automation och pipeline-teknik.
B2b – Transportinfrastruktur	10	Behov av service- och underhållspersonal för fordon och stationer. Beställare, myndigheter och offentlig sektor behöver ökad teknisk förståelse för att kunna kravställa rätt.
B3a – Industriell användning	8, 14	Behov av storskalig EPC-kompetens, processindustriell erfarenhet och ingenjörer med kombinerad vätgas-, energi- och säkerhetskompetens.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	9, 15	Behov av certifierad servicepersonal, systemingenjörer och forskningsplattformar för verifiering. Brist på kompetens kring olika vätgasformer (700 bar, LH ₂ , e-bränslen).
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	18, 2	Stort behov av systemanalytiker och ingenjörer som förstår hela energisystemet. Politisk och myndighetsrelaterad kompetensbrist är tydlig.
B3d – Resiliens & beredskap	15, 23	Akut behov av praktisk kompetens: drifttekniker, lagerdimensionering, ö-drift. Stat, regioner och myndigheter saknar idag tillräcklig beställar- och kravställarkompetens.
B2c – Gasmarknad	24	Behov av marknads-, finans- och processledningskompetens. Kunskap krävs om hur vätgas kan handlas, avräknas och

Kategori	Ingående dokument	Sammanfattad kompetens- och utbildningsbild
		balanseras – både hos aktörer och myndigheter.
C1 – Säkerhet	19	Brist på certifierade sakkunniga inom risk och brandfarlig vara. Räddningstjänster och myndigheter behöver kraftigt höjd kompetens för storskalig vätgas.
C2 – Standarder & regelverk	20	Behov av specialister inom kryoteknik, PED, vätgassäkerhet och MKB-processer. Myndigheter behöver utbildas i tolkning av regelverk för att korta tillståndstider.
C3 – Internationalisering	11	Behov av kritisk massa och internationell rekrytering. Brist på strukturerad kommunikation om svenska aktiviteter till omvärlden.
C4 – Nordiskt samarbete	6	Generellt mycket stora kompetensbehov. Behov av kartläggning och samordning av nordiska och europeiska utbildnings- och finansieringsinstrument.
C5 – Innovationsstöd	1	Behov av kompetens inom innovationsledning, affärsutveckling och skalning. Brist i övergången från FoU till industriell tillämpning.

Tvärgående mönster (mycket tydliga)

Återkommer i nästan alla kategorier:

1. **Brist på drift- och underhållskompetens** (inte forskare)
 2. **Systemkompetens saknas** – för många silos
 3. **Myndigheter och politiker är ett utbildningsgap**
 4. **Behov av korta, riktade utbildningar + industri-PhD**
 5. **Svag beställar- och kravställarkompetens i offentlig sektor**
-

Innovation management

Fokus här är på **hur innovation bör styras, organiseras och skalas** (inte teknik i sig).

Sammanfattning per kategori – INNOVATION MANAGEMENT

Kategori	Gruppenr	Sammanfattad bild av innovation management
A0 – Komponenternas värdekedja	5	Innovation bör drivas närmare industriella behov med fokus på funktion och systemleverans snarare än enskilda komponenter. Första offtake bör vara industriell användning, och incitament behövs för forskare som bidrar till faktisk industrialisering.
A1 – Material	12	Innovationsarbetet bör vara problem- och tillämpningsdrivet, med starkare industrikonsortier kring testning, verifiering och snabb materialvalidering. Aktiv koppling till standardisering krävs för snabb marknadsintroduktion.
A2 – Komponentutveckling	7	Innovation hämmas av silos. Det behövs strukturer som aktivt skapar partnerskap, delar risk och möjliggör gemensamma utvecklingsprojekt mellan företag, akademi och finansiärer.
A3 – Elektrolysörens komponenter	22	Innovation ska fokusera på modulära, standardiserade lösningar och gemensamma industrinära testbäddar. Ökad öppenhet i industriell FoU efterfrågas för att accelerera lärande och skalning.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	4	Innovationsledning bör ta ett systemperspektiv över flera industrier och flöden. Nationella initiativ behövs för att samordna forskning, pilotprojekt och industriell implementering av cirkulära lösningar.

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad bild av innovation management
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	3	Innovation måste ses som ett sammanhängande flöde från produktion till användning. Ledning och samordning saknas idag för att driva systeminnovation snarare än punktinsatser.
B1 – Vätgasproduktion	25, 17	Fokus bör flyttas från pilot till fullskalig implementering. Innovationssystemet behöver bättre kapitalisering och långsiktiga stödformer (t.ex. CfD, upphandling) för att möjliggöra uppskalning.
B2 – Lagring & distribution	16, 21	Innovationsledning behöver hantera juridik, tillstånd och teknik parallellt. Stöd saknas från idé till affär, särskilt för SME och start-ups inom lagring och infrastruktur.
B2b – Transportinfrastruktur	10	Innovation behöver drivas i större, koordinerade pilotprogram (t.ex. 100 fordon + infrastruktur) istället för spridda småprojekt. Processer för industrialisering måste gå snabbare.
B3a – Industriell användning	8, 14	Det saknas tydligt ägarskap för att föra innovation från pilot till kommersiell drift. Innovationsledning behöver vara mer strukturerad och kopplad till industriell implementering.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	9, 15	Innovationsledning bör vara tematiskt och systemfokuserad snarare än teknikuppdelad. Riskdelning och offentligt stöd krävs för att möjliggöra tidiga marknader.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	18, 2	Innovation saknar tydlig systemägare. Det behövs aktörer som tar ansvar för helheten och driver innovation som stärker energisystemets flexibilitet och robusthet.
B3d – Resiliens & beredskap	15, 23	Innovationsledning behöver tillåta lösningar som inte är kortsiktigt lönsamma men samhällskritiska. Staten behöver ta en mer aktiv roll som beställare och garant.

Kategori	Gruppnr	Sammanfattad bild av innovation management
B2c – Gasmarknad	24	Innovation inom marknadsdesign är viktigare än teknisk innovation. Fokus bör ligga på kontraktsformer, avräkning, balansmarknader och processledning snarare än ny FoU.
C1 – Säkerhet	19	Innovationsledning kräver samarbete och kunskapsdelning mellan organisationer, eftersom kompetensbrist är permanent. Transparens och gemensamma lärdomar är centralt.
C2 – Standarder & regelverk	20	Innovationsledning måste ske parallellt med regelutveckling. Samverkan mellan industri, akademi och myndigheter behövs för att regler ska bli innovationsdrivande istället för hämmande.
C3 – Internationalisering	11	Innovation bör kopplas till strategiska internationella partnerskap (“triple helix”). Sverige behöver använda internationella samarbeten som hävstång för både kompetens och marknadstillträde.
C4 – Nordiskt samarbete	6	Innovation bör koordineras nordiskt med gemensamma program, delade testmiljöer och erfarenhetsutbyte kring affärsmodeller och policyinstrument.
C5 – Innovationsstöd	1	Innovationssystemet är svagt i steget mellan pilot och marknad. Ett starkare innovationsledarskap krävs för att koppla FoU, kapital, offtake och industrialisering.

Mycket tydliga tvärgående slutsatser

Återkommer i nästan alla kategorier:

1. **Innovation dör i övergången pilot → industri**
2. **Systeminnovation prioriteras för lågt jämfört med teknikinnovation**
3. **Riskdelning och statlig efterfrågan saknas**

4. **Testbäddar + offtake är viktigare än fler forskningsprojekt**
 5. **Innovationsledning behövs – inte bara finansiering**
-

Collaboration and leadership

Sammanfattning för de två områdena:

- a) **Samarbete inom Sverige & ledarskap (hur vi vill arbeta tillsammans)**
- b) **Internationellt samarbete & prioriterade länder**

Formuleringarna är **konkreta, syntetiserade och konsekventa**, redo för rapport/roadmap.

Sammanfattning per kategori – SAMARBETE & LEDARSKAP

Kategori	a) Collaborations within Sweden & leadership	b) International collaboration & prioritised countries
A0 – Komponenternas värdekedja	Starkare samarbete mellan komponentleverantörer, systemintegratörer och slutanvändare, med myndigheter som aktiva projektparter snarare än observatörer.	Samarbete inom EU för att säkra leveranskedjor och behålla kompetens i Sverige/EU.
A1 – Material	Problem- och tillämpningsdrivna konsortier mellan industri, institut och akademi med gemensamma test- och verifieringsmiljöer.	Prioriterade samarbeten med EU (särskilt Tyskland) och Norden kring material, elektrolys och lagring.
A2 – Komponentutveckling	Bryta kunskapssilos genom strukturerade samarbeten och gemensamma workshops, kluster och testbäddar (“Team Sweden”).	Samarbete inom EU, Norden och Baltikum, särskilt kring standardisering och gemensamma marknader.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Tydligare industriell samverkan mellan svenska material-, komponent- och systemleverantörer samt forskningsaktörer.	Nordiskt samarbete (Danmark, Norge, Finland) kring kompletterande kompetenser och skalning.

Kategori	a) Collaborations within Sweden & leadership	b) International collaboration & prioritised countries
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Samarbete över branschgränser för att kartlägga och koppla samman restflöden; tydligt industriellt ledarskap efterfrågas.	Samarbete med EU kring återvinning av kritiska material och ädelmetaller.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	Starkare koordinering mellan alla delar av värdekedjan, med gemensamt systemperspektiv och nationellt ledarskap.	Begränsat fokus internationellt – primärt bygga en fungerande nationell värdekedja först.
B1 – Vätgasproduktion	Handslag mellan stat och näringsliv kring långsiktiga mål, investeringar och riskdelning.	Norden och EU som primära samarbetspartners; exportfokus längre fram.
B2 – Lagring & distribution	Samverkan mellan industri, regioner och myndigheter för strategiska vägval kring infrastruktur.	Lärande från länder med utvecklad pipeline- och lagringsinfrastruktur (EU, Norden).
B2b – Transportinfrastruktur	Samarbete i hela värdekedjan (fordon–infrastruktur–bränsle) med koordinerade beslut och timing.	Samarbete och lärande från Nederländerna, Tyskland, Kina och Frankrike.
B3a – Industriell användning	Tydligare nationell strategi och stabila ramvillkor för att möjliggöra långsiktigt industriellt samarbete.	EU och Tyskland prioriteras för harmonisering av standarder och marknader.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Stora gemensamma pilotprojekt med industri, akademi och myndigheter istället för fragmenterade initiativ.	Samarbete med Kina, USA, Tyskland och Norden för teknik, marknad och standarder.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Starkare sektorsövergripande samarbete där någon aktör tar systemansvar för helheten.	EU-samarbete kring marknadsdesign och systemintegration.

Kategori	a) Collaborations within Sweden & leadership	b) International collaboration & prioritised countries
B3d – Resiliens & beredskap	MSB ses som samlade aktör; behov av tydligare mandat och samverkan mellan civila och militära aktörer.	Tätare nordiskt samarbete kring beredskap och energisäkerhet.
B2c – Gasmarknad	Samarbete mellan myndigheter, industri och ekonomer för att utveckla marknadsregler och tillståndsprocesser.	På sikt koppling till europeiska marknader; initialt fokus nationellt.
C1 – Säkerhet	Samarbete och kunskapsdelning mellan myndigheter, industri och räddningstjänster för enhetliga bedömningar.	Omvärldsbevakning och lärande från länder med lång erfarenhet (t.ex. Kanada).
C2 – Standarder & regelverk	Tidig och strukturerad dialog mellan industri, akademi och myndigheter för innovationsdrivande regelverk.	USA och EU prioriteras för harmonisering av standarder och regler.
C3 – Internationalisering	Nationell samordning för att kommunicera svenska aktiviteter internationellt och skapa kritisk massa.	Strategiska “triple helix”-partnerskap, t.ex. med Kanada, samt EU och Norden.
C4 – Nordiskt samarbete	Norden som gemensamt innovationsnav med mötesplatser, politiskt ledarskap och gemensamma program.	Samarbete inom Norden och EU; lärande från best practice-länder (t.ex. Österrike).
C5 – Innovationsstöd	Starkare koppling mellan forskning, industri, kapital och oftakers genom kluster och innovationshubbar.	EU-program och internationella samarbeten som hävstång för skalning och kapital.

Tvärgående tydlighet (mycket starkt i materialet)

- **Samarbete finns – men ledarskap saknas**

- **Myndigheter ska vara medskapare, inte sena granskare**
 - **Norden är den naturliga första internationella nivån**
 - **Internationellt samarbete ska vara strategiskt, inte brett**
-

Funding and investments

Fokus är på **vilken typ av finansiering som efterfrågas, vem som bör bära risk och var systemet idag brister.**

Sammanfattning per kategori – FUNDING & INVESTMENTS

Kategori	Sammanfattad bild av Funding & Investments
A0 – Komponenternas värdekedja	Långsiktiga program (≈10 år) för tillämpad FoU och industrialisering efterfrågas, inklusive bas-offtake för att minska risk i komponentutveckling.
A1 – Material	Behov av större och längre nationella finansieringsprogram för testinfrastruktur, pilotprojekt och materialvalidering samt nationell medfinansiering till EU-projekt.
A2 – Komponentutveckling	Riskdelning krävs för att möjliggöra utveckling bortom pilot. EU-finansiering finns, men nationell uppföljning och industriell kapitalisering saknas ofta.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Finansiering bör riktas mot industriella testbäddar och uppskalning av modulära lösningar snarare än ytterligare små FoU-projekt.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Nationella satsningar behövs för reconditioning, återvinning och livslängdsförlängning av elektrolysörer, inklusive möjligheter till återvinning i Sverige.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	Finansiering behöver stödja hela värdekedjan samlat, inte enskilda delar. Brist på systemfinansiering identifieras.
B1 – Vätgasproduktion	Storskaliga investeringar kräver långsiktiga styrmedel såsom CfD, statliga upphandlingar och riskdelning mellan stat och industri.
B2 – Lagring & distribution	Kapitalintensiva investeringar i infrastruktur kräver tydliga regelverk, långsiktiga villkor och offentligt stöd i tidiga skeden.

Kategori	Sammanfattad bild av Funding & Investments
B2b – Transportinfrastruktur	Ekonomisk bärkraft saknas utan offentlig medfinansiering, samordnade ansökningar och kravställning i offentlig upphandling.
B3a – Industriell användning	Industrin är villig att investera, men osäkerhet kring regelverk, elpriser och marknad bromsar beslut. Riskdelning efterfrågas.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Tidiga marknader kräver stöd för uppskalning, klimatpremier och riskdelning för att nå marknadsbalans.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Investeringar finns, men söker tydlig politisk riktning och systemförståelse kring vad som ska prioriteras och stödjas.
B3d – Resiliens & beredskap	Staten behöver ta en mer aktiv roll genom garanterade investeringar även där strikt lönsamhet saknas men samhällsnytta är hög.
B2c – Gasmarknad	Fokus ligger mindre på FoU-finansiering och mer på politisk implementering av redan framtagna regelverk för att möjliggöra marknadsinvesteringar.
C1 – Säkerhet	Finansiering behövs för kompetensuppbyggnad hos myndigheter och räddningstjänst samt för nationella centra för riskhantering.
C2 – Standarder & regelverk	Investeringar behövs i gemensamma test- och R&D-miljöer som stödjer utveckling av standarder, inklusive digitalisering av regelverk.
C3 – Internationalisering	Kortare ledtider till offentlig finansiering efterfrågas. Incitament kan behövas för att attrahera internationella partners och etableringar.
C4 – Nordiskt samarbete	Långsiktiga och förutsägbara ekonomiska stödprogram krävs, inklusive nordiska upphandlingar och gemensamma investeringar i infrastruktur.

Kategori	Sammanfattad bild av Funding & Investments
-----------------	---

C5 – Innovationsstöd	Största gapet finns i finansiering från pilot till kommersiell skala; kapital, offtake och stödmekanismer behöver kopplas ihop.
-----------------------------	---

Mycket tydliga tvärgående mönster

Återkommer i nästan alla kategorier:

- 1. Riskdelning är helt avgörande**
 - 2. Långsiktighet (10–15 år) saknas i dagens stödsystem**
 - 3. Pilot → industri är det största finansieringsglappet**
 - 4. Offentlig upphandling och offtake är kraftfulla men underutnyttjade verktyg**
 - 5. Det finns kapital – men osäkerheten är för hög**
-

Infrastructure och test equipment

Fokus är på **vilken fysisk infrastruktur och vilka test-/demomiljöer som saknas, behövs eller bör samordnas** enligt dokumenten.

Sammanfattning per kategori – INFRASTRUCTURE & TEST EQUIPMENT

Kategori	Sammanfattad bild av Infrastructure & Test equipment
A0 – Komponenternas värdekedja	Behov av industriella testbäddar där komponenter och delsystem kan testas tillsammans i realistiska miljöer, med tillgång för både industri och akademi.
A1 – Material	Starkt behov av utbyggd nationell test- och verifieringsinfrastruktur för material i vätgasmiljöer (tryck, temperatur, cykler), inklusive flytande vätgas och storskaliga komponenttester.
A2 – Komponentutveckling	Testanläggningar krävs för validering av komponenter under verkliga driftförhållanden (klimat, lastvariationer, livslängd), samt klimatkammare och säkerhetslabb.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Behov av industriella testbäddar för trycksatta elektrolysörer (10–30 bar), större stacktester, styrsystem och integration av värme- och syrgasanvändning.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Infrastruktur saknas för reconditioning av elektrolysrstackar på plats samt testmiljöer för återvinning av metalliska komponenter och ädelmetaller i Sverige.
B0 – Värdekedja vätgasproduktion till användning	Behov av sammanhängande demonstrationsmiljöer som täcker hela värdekedjan – från produktion via lagring/distribution till slutanvändning.
B1 – Vätgasproduktion	Storskaliga demonstrationsanläggningar för elektrolys (el → H ₂), integration med elnät samt digitala tvillingar för optimering efterfrågas.

Kategori	Sammanfattad bild av Infrastructure & Test equipment
B2 – Lagring & distribution	Infrastrukturbehov inkluderar pipeline-teststräckor, lagringsanläggningar i berg/mark, samt testmiljöer för LOHC, flytande vätgas och trycksatta system.
B2b – Transportinfrastruktur	Behov av tillförlitlig fysisk infrastruktur: tankstationer, mobila lager, testmiljöer för tung trafik, arbetsmaskiner, flygplatser och hamnar.
B3a – Industriell användning	Delade pilot- och demonstrationsanläggningar för industriell vätgasanvändning behövs, inklusive öppna testmiljöer för drift, säkerhet och systemintegration.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Testplattformar krävs för fordon, bränsleceller, gasturbiner, e-bränslen och säkerhet – särskilt i kallt klimat och i marin/flyg-miljö.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Infrastruktur för systemtester behövs: samspel mellan elnät, elektrolys, lagring och återföring till el/ värme i realistiska skala- och tidsupplösningar.
B3d – Resiliens & beredskap	Behov av infrastruktur för ö-drift, reservkraft, lagerdimensionering och dual-use-anläggningar som kan testas i beredskaps- och krisscenarier.
B2c – Gasmarknad	Infrastruktur för transmission och distribution (pipelines, knutpunkter) krävs för att möjliggöra marknadsutveckling; testmiljöer för handel är mindre centrala än fysisk infrastruktur.
C1 – Säkerhet	Nationella test- och övningsmiljöer behövs för risk, olyckor och insatser kopplat till vätgas – inklusive träningsanläggningar för räddningstjänst.
C2 – Standarder & regelverk	Kombinerade R&D- och testmiljöer behövs för att verifiera standarder, inklusive gasprovning, lagring och transmission, samt digitala verktyg för regelverk.
C3 – Internationalisering	Internationellt attraktiva demonstrations- och testmiljöer i Sverige krävs för att locka partners, investeringar och samarbeten.

Kategori	Sammanfattad bild av Infrastructure & Test equipment
C4 – Nordiskt samarbete	Gemensam nordisk strategi för testanläggningar, där resurser delas och specialiseras mellan länderna.
C5 – Innovationsstöd	Tillgång till öppna testbäddar är avgörande för att innovationer ska kunna ta steget från idé till marknad; fysisk infrastruktur är lika viktig som finansiering.

Tvärgående mönster (mycket tydliga)

Återkommer i nästan alla kategorier:

- 1. Brist på öppna, industriella testbäddar**
 - 2. Test i realistisk skala och miljö saknas (klimat, tryck, drift)**
 - 3. Behov av att koppla test → standard → tillstånd**
 - 4. Fysisk infrastruktur är en flaskhals för innovation**
 - 5. Nordisk samordning kan minska kostnader och öka effekt**
-

Övriga strategiska inspel

Nedan har ChatGPT gjort **en sista, mer utförlig tabell** som samlar sådant som **inte fångats upp i tidigare tabeller** (Vision, Status, Competence/Education, Innovation management, Collaboration, Funding, Infrastructure) **samt det som uttryckligen låg under rubriken *Other / Notes*** i dokumenten.

ChatGPT har hållit **samma rader/kategorier (A–B–C)** och fokuserat på:

- tvärgående observationer
- värderingar, förhållningssätt, kulturella aspekter
- “mjuka” men strategiskt viktiga frågor
- explicita kommentarer som inte passade i övriga rubriker

Sammanfattning per kategori – ÖVRIGT / OTHER (ej täckt tidigare)

Kategori	Sammanfattning av övriga viktiga inspel
A0 – Komponenternas värdekedja	Behov av att visa hur innovation faktiskt når människors vardag för att öka social acceptans. Tydlig ambition att gå från teknik till samhällsnytta.
A1 – Material	Stark betoning på att minska beroendet av kritiska råmaterial (t.ex. Ni). Ökat förtroende för vätgas genom validerade material lyfts som samhällsvärde.
A2 – Komponentutveckling	Vikten av att inte dölja misslyckanden utan snabbt lära av dem. Social acceptans och transparens ses som konkurrensfördel.
A3 – Elektrolysörens komponenter	Tydligt inspel om att vissa centrala svenska aktörer saknades i diskussionen (t.ex. Alleima, Alfa Laval, kraftelektronik), vilket pekar på behov av bättre inkludering i framtida processer.
A4 – Cirkulära flöden & återvinning	Behov av att tänka cirkularitet redan innan 2030, inte som ett senare steg. Kommentarer om tunga stackar och praktiska logistikutmaningar lyfts.

Kategori	Sammanfattning av övriga viktiga inspel
B0 – värdekedja vätgasproduktion till användning	Utbildning ses inte bara som kompetensförsörjning utan även som en potentiell exportprodukt och del av värdekedjan.
B1 – Vätgasproduktion	Stark betoning på politisk enighet och behov av en nationell energiöverenskommelse. “Staten och näringslivet sitter i samma båt”.
B2 – Lagring & distribution	Vikten av att tidigt utbilda allmänheten för acceptans. Förslag om att börja redan i grundskolan med teknisk förståelse.
B2b – Transportinfrastruktur	Acceptansproblem lyfts tydligt: stationers utformning, tillförlitlighet och upplevelse påverkar samhällsstöd. “Otrevliga platser” nämns som hinder.
B3a – Industriell användning	Stark betoning på självbestämmande och nationell rådighet över industrins utvecklingsväg. Sverige som referensmarknad lyfts återkommande.
B3b – Transportanvändning (fordon, flyg, marin)	Kommentarer om tempo: Kina gör detta snabbare och billigare. Sverige måste samarbeta mer för att inte halka efter.
B3c – Energisystem & användning i energisystemet	Reflektioner om att det pratas för mycket om “vätgas” och för lite om “energisystem”. Vätgas ska ses som medel, inte mål.
B3d – Resiliens & beredskap	Mycket tydliga värderingsfrågor: är ett resilient energisystem en mänsklig rättighet? Starkt behov av handlingskraft snarare än fler analyser.
B2c – Gasmarknad	Marknadsutveckling ses i första hand som en politisk och organisatorisk fråga, inte en teknisk. “Mer politik än forskning”.
C1 – Säkerhet	Tydlig kritik mot föråldrade acceptanskriterier för risk (27 år gamla). Behov av transparens kring olycksstatistik när system byggs ut.

Kategori	Sammanfattning av övriga viktiga inspel
C2 – Standarder & regelverk	Vikten av principbaserade regelverk istället för detaljerade “olycksbaserade” regler. Digitalisering av regelverk lyfts som möjliggörare.
C3 – Internationalisering	Behov av att kommunicera svenska aktiviteter på engelska och att Sverige idag är svårtillgängligt för icke-svensktalande aktörer.
C4 – Nordiskt samarbete	Norden ses inte bara som samarbetsyta utan som potentiell “ny industriell region” med gemensam identitet.
C5 – Innovationsstöd	Stark kritik mot svensk innovationskedja efter demofas. Många bolag flyttar utomlands p.g.a. brist på långsiktigt stöd och förståelse för industrialisering.

Meta-observation (mycket viktig)

Denna “Other”-sammanställning visar tydligt att:

- **Handlingskraft, ledarskap och tempo** är återkommande underströmmar
 - **Acceptans, kommunikation och förtroende** är lika viktiga som teknik
 - **Systemperspektiv > teknikperspektiv** genomsyrar nästan alla grupper
 - Det finns **en frustration över att Sverige kan – men inte gör tillräckligt snabbt**
-

Workshopmetodik och deltagare

Beskrivning av workshopen, metodik

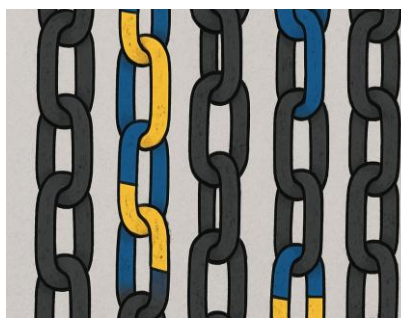
Cecilia Wallmark, LTU, gav bakgrund till projektet Hydrogen SIC!, samt instruktion till alla deltagare vid workshopen (se figuren nedan). Hans Pohl redovisade inledningsvis genomförd statistisk analys över hur Sverige står sig inom forskning och patent globalt inom vätgas.

Alla deltagare grupperades in i 25 i förväg indelade grupper. Många av deltagarna hade placerats inom de områden där de med störst sannolikhet arbetar närmast i sina respektive organisationer, och övriga var slumpmässigt utspridda. Grupperna bestod i praktiken av 4-15 personer där de flesta var över 10 personer. Varje grupp leddes av en utsedd samtalsledare, i huvudsak av deltagare i Hydrogen SIC!s arbetsgrupp, förstärkt av ett 10-tal personer till som är starkt förankrade i vätgasbranschen. Grupperna hade ca 40 minuter att svara på frågorna på respektive poster (figur nedan). Grupperna var ungefär desamma som de kategorier som är angivna i denna rapport. Beroende på övervikt av deltagare inom energisystem och transporter kunde områdena energisystem, transporter, respektive beredskap och resiliens ges till två grupper vardera vilkas resultat ändå redovisats sammanslaget i denna rapport.

Varje workshopledare hade som uppgift att skicka in sin grupps redogörelser digitalt inom några dagar efter workshopen, och dessa 25 rapporter är de direkta underlagen till denna sammanfattningsrapport.

Vad ska Sverige vara bäst i världen på inom vätgas 2035?

- Vad kan vi **uppnå** med vätgas till 2035 om vi gör rätt saker?
- **Vad** vill vi prioritera att göra tillsammans inom ekosystemet i Sverige?
- Vad kan vi **bäst komplettera** och **bäst göra i samarbeten** inom Norden, Europa, globalt?
- Vad är rätt saker och **vad behövs** för att uppnå visionen?



Figur 1. Instruktion för workshopen på Vätgaskonferensen 2025.

Deltagare

Deltagarna representerade en mycket bred sammansättning av aktörer inom energi-, vätgas- och industrisektorn, med stark tyngd på el-, gas- och vätgasproduktion, distribution och teknikleverantörer. Offentliga aktörer var väl företrädna genom myndigheter, kommuner, regioner, länsstyrelser samt statliga bolag. Industrin och leverantörsledet spann från stora internationella koncerner till specialiserade små och medelstora bolag inom exempelvis elektrolys, bränsleceller, ventiler, kompressorer och systemintegration.

De numerärer som anges nedan var anmälda till konferensens andra dag, men någon uppföljning av om de faktiskt deltog vid workshopen genomfördes inte.

1. Energi- och kraftbolag (el, fjärrvärme, integrerade energibolag)

≈ 55–60 personer

Exempel: Skellefteå Kraft, Fortum, Vattenfall, Göteborg Energi, Luleå Energi, Kraftringen, Alpiq, Sydkraft, Rabbalshede Kraft.

2. Vätgasproduktion och e-bränslen (elektrolys, PtX, ammoniak, metanol)

≈ 30–35 personer

Exempel: Lhyfe, Liquid Wind, Stegra, Metacon, Ammoniq, Arda Energy, OLAB Energy, Stiesdal Hydrogen.

3. Teknikleverantörer och OEM:er (system, utrustning, komponenter)

≈ 45–50 personer

Exempel: Siemens Energy, ABB, Bosch, Honeywell, Hitachi Energy, Parker Hannifin, Hoerbiger, Ramén Valves, Euromekanik, Processkontroll, HYDAC.

4. Gasinfrastruktur, lagring och distribution (H₂, naturgas, LBG)

≈ 20–25 personer

Exempel: Nordion Energi, Linde Gas, Strandmöllen, Litra Gas, Flogas, Elaflex, SVAFAB, Hydrogen Lift.

5. Industriella slutanvändare och transportsektorn

≈ 10–15 personer

Exempel: LKAB, SCA, Volvo Technology, Traton, Toyota Sweden, NCC, Sandvik Coromant, Alleima.

6. Vind- och energiinfrastrukturutvecklare

≈ 10–12 personer

Exempel: OX2, RES Norden, Eolus Vind, Vasa Vind, EnBW Sverige.

2. Myndigheter, kommuner och offentliga aktörer

≈ 45–55 personer

Exempel: Energimyndigheten, Energimarknadsinspektionen, Naturvårdsverket, Svenska kraftnät, kommuner, länsstyrelser, Försvarmakten.

3. Forskning, akademi och forskningsinstitut

≈ 45–50 personer

Exempel: RISE, VTT, Chalmers, KTH, LTU, SLU, Uppsala universitet, Linköpings universitet.

4. Utbildning och yrkeshögskolor (ej universitet)

≈ 10–15 personer

Exempel: Yrkeshögskolan SKY, Plushögskolan, Hermods, Lapplands Lärcentra.

5. Konsult-, ingenjers- och rådgivningsbolag

≈ 35–40 personer

Exempel: Sweco, Ramboll, COWI, Tyréns, Rejlers, Bengt Dahlgren, Profu, MW Advisory.

6. Branschorganisationer, kluster och innovationsaktörer

≈ 20–25 personer

Exempel: Vätgas Sverige, Energiföretagen, Energigas Sverige, Lindholmen Science Park, EIT InnoEnergy, Power Circle.

Tabell gruppindelning och gruppleddare.

	grupp nr				
Värdekedja 1	5	A0	Komponenternas värdekedja	Andreas	Bodén
	12	A1	Material	Nuria	Fuertes
	7	A2	Komponentutveckling	Anders	Lundblad
	Ingick ej	A3	System		
	22	A3a	Elektrolysörens komponenter	Niklas	Lindahlt
	4	A4	Cirkulära flöden/återvinning	Olesia	Danyliv
Värdekedja 2	3	B0	Värdekedja vätgasproduktion till användning	Ulrica	Johansson
	25	B1	Vätagasproduktion	Björn	Aronsson
	17	B1	Vätagas från biomassa	Jim	Allansson
	16	B2	Lagring	Erik	Carlsson
	21	B2	Distribution	Anna-Karin	Jannasch
	10	B2b	Transportinfrastruktur	Magnus	Karlström
Användning					
	9	B3b	Fordon	Lucien	Koopmans
	15	B3b	Flyg och marin användning	Tomas	Grönstedt
	8	B3a	Industriell användning	Marita	Nilsson
	14	B3a	Industriell användning	Fredrik	Granberg
	18	B3c	Energisystem	Anna	Wolf
	2	B3c	Användning i energisystemet	Maria	Grahn
	13	B3d	Resilienta energisystem	Ann-Christine	Schmidt
Övrigt					
	23	B3d	Beredskap	Anna	Alexandersson
	24	B2c	Gasmarknad	Paula	Hallonsten
	19	C1	Säkerhet	Michael	Försth
	20	C2	Standards and regulations	Rhoda Afriyie	Mensah
	11	C3	Internationalisering	Hans	Pohl
	6	C4	Nordiskt samarbete	Minna & Lisa Larsson	Näsman
1	C5	Innovationsstöd	Mikael	Börjesson	
			Variant på område	Extra workshopledare utom Hydrogen SIC!	
			Fördjupning		

Med **system** avses produktion och produkter.

Subarea:

STATUS

Technology, competences, capabilities, collaborations	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Drivers. Barriers. Research questions: Technology. Society. </div>	

VISION and IMPACT

The role for actors in SWEDEN vs the rest of the world	
--	--

NEEDS

Need for competence/ personnel?	COMPETENCE	Educational needs.
Innovation management	INNOVATION	<p>Notes</p> <div style="background-color: #e6f2ff; height: 150px; border: 1px solid #0070C0;"></div>
Collaborations within Sweden and how we like to work together. Leadership	COLLABORATION	
International collaboration and prioritised countries		
Funding and investments		
Infrastructure. Test equipment		
Other		

RI SE

- Lindholmen
- Science Park
- ••

HYDROGEN SIC!

**Hydrogen – The Swedish Innovation Cluster
for Excellence along and across the Value Chains**

Figur 2. Affisch för workshopformat och insamling av uppgifter per grupp.

Kategori	Sammanfattning av ord som ingår	Antal omnämningen
A2 – Elektrolys & produktionsteknik	Elektrolys, elektrolysörer, flexibla elektrolysörer, billigare elektrolysörer, photocatalytic solar H ₂ , produktionsteknik	7
A4 – Cirkularitet & resurseffektivitet	CCU, restvärme, restvärmeförädling, värmeåtervinning, minska CO ₂ , minska H ₂ O, industriell symbios, nya förvaringsmetoder	12
B0 – Värdkedjor & systemlösningar	Kommersiella värdekedjor, cross-industrial solutions, systemintegration, systemperspektiv, helhetssyn, systemdemonstrationer	8
B1 – Vätgas & e-bränsleproduktion	E-bränsle/e-bränslen/ebränslen (alla varianter), e-SAF, elektrobränslen, bioelektrobränslen, e-metan, e-bränsletillverkning	38
B2 – Lagring & infrastruktur	Energilagring, lagring H ₂ storskaligt, lagring i berggrund, lagring i metall, hållbar säker lagring, vätgasinfrastruktur	10
B3a – Industriell användning	Grönt stål, fossilfritt stål, stål, grön ammoniak/ammonia, grönt gödsel, H ₂ -DRI, järn- & stålproduktion	36
B3b – Transport & mobilitet	Sjöfart, tunga fordon, transportomställning, hydrogen lift, off-grid, reservkraft	12
B3c – Energisystem & flexibilitet	Vindkraft, havsbaserad vindkraft, balansera vindkraftel, flexibilitet, energisystem, sektorkoppling (inkl. fjärrvärme)	12
B3d – Resiliens & beredskap	Beredskap, dual-use, reservkraft, småskaligt och flexibelt, off-grid	9
C1 – Styrning, marknad & policy	Finansmarknader, marknadspush, samordning myndigheter, ska/inte vara världsledande	4

Kategori	Sammanfattning av ord som ingår	Antal omnämningen
C3 – Innovation, kluster & kompetens	Innovation, start-ups, klustertänk, kompetenshub, innovationer	6

Tydliga mönster (analytisk slutsats)

- **B-kategorierna dominerar kraftigt** → fokus ligger på **tillämpning, värdekedjor och system**, inte på grundteknik
- **E-bränslen + industri (stål/ammoniak)** är de absolut mest frekventa teman
- **Resiliens, beredskap och flexibilitet** är tydliga tvärgående motiv
- Relativt **få ord rör policy/marknadsdesign**, trots att detta i analysen pekats ut som flaskhals