
Vejledning

Redningsberedskabets indsats på brinttankstationer



Foto H2 Logic A/S

Vejledning om Redningsberedskabets indsats på brinttankstationer

Beredskabsstyrelsen 2014

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	2
Brint til transport	4
Brints egenskaber	6
Brinttankstation – opbygning og teknik.....	7
Opbygning af brinttankstationer	7
Oplag af gasser og farlige væsker på brinttankstationer	10
Sikkerhedsinstallationer med betydning for indsatsen	12
Redningsberedskabsindsats – brinttankstationer	15
Sikkerhedsmæssig forsvarlig indsats	15
Fremgangsmåde ved indsats	15
Særligt vedrørende udslip af- eller brand i brint.....	16
Sikker fjernelse af brintbatterier	20
Kilder.....	22
Samarbejde	22
Billeder	22
Yderligere information	22

Brint til transport

I 2015 forventes det, at der vil ske en markedsintroduktion af brintbiler. Desuden arbejdes der på at bruge brint og brændselsceller i bl.a. busser og arbejdskøretøjer, såsom gaffeltrucks m.v.

Brintbiler er elbiler, hvor en brændselscelle omdanner brint og ilt til vand ved en elektrokemisk proces samtidig med, at der udvikles elektricitet. Virkningsgraden er på ca. 50-60 %. I dag findes der i Danmark ca. 6 brint tankstationer og et antal brintbiler, trucks m.v.

For yderligere information om brint til transport i Danmark henvises der til www.hydrogenlink.net samt rapporten "Brint til Transport i Danmark frem mod 2050" som kan hentes på: www.hydrogenlink.net/brint2050.asp.

Nedenfor er vist eksempler på brintdrevne køretøjer, samt et oversigtskort over planlagte brint tankstationer i Danmark frem mod 2050.



Brintbil

FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle

Tanktryk: 700bar

Tankindhold: 3-7kg brint

Rækkevidde: 400-700km

Tankningstid: 3-4 min.

Konvertering: Brændselscelle

Forbrug: 0,8-1,2 kg/100km

(~20-35 km/liter benzin ækvivalent)



Brintbus

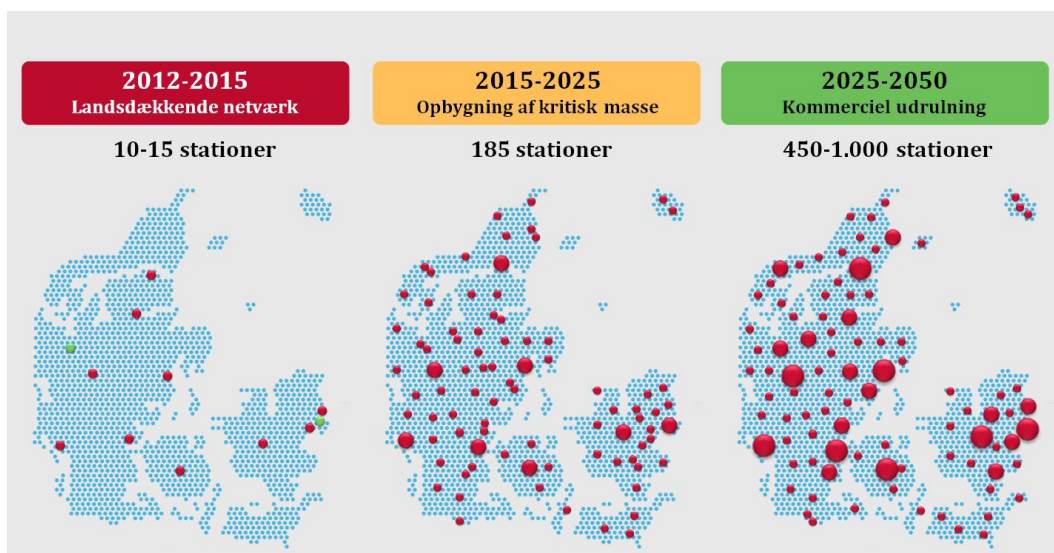
Tanktryk:	350bar
Tankindhold:	30-40kg brint
Rækkevidde:	300-400km
Tankningstid:	<10 min.
Konvertering:	Brændselscelle
Forbrug:	8-12 kg/100km

(~2,5-3,8 km/liter diesel ækvivalent)



Brinttruck

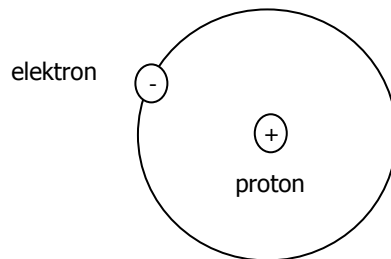
Tanktryk:	350bar
Tankindhold:	0,5-2kg brint
Driftstid:	5-8 timer
Tankningstid:	<3-4 min.
Konvertering:	Brændselscelle



Den forventede udvikling i antallet af brinttankstationer i Danmark frem til 2050.

Brints egenskaber

Brint (Hydrogen) er en gas, der er væsentlig lettere end atmosfærisk luft. Brint kan komprimeres og/eller nedkøles, så det overgår til væskeform. Dette sker ved meget lave temperaturer eller ved meget højt tryk. Brint er usynlig, uden lugt og uden smag.



En tegning af brintatom

Brints antændelsesgrænser er fra 4-74 % i blanding med atmosfærisk luft. Antændelsesenergien for brint er meget lav.

Flammerne fra brændende brint er meget svagt blålige og vil i dagslys oftest kun kunne anes som flimrende. Ved brand i nærheden af andet brandbart materiale f.eks. malingsoverflader på køretøjer vil branden generere røg.

Flammerne vil kunne ses med termisk kamera.

En brintflamme et køretøj eller tankstander vil umiddelbart være en jetflamme pga. tryksætningen. Der vil være turbulens og en meget kraftig blæsende lyd.

Varmestrålingen fra en brintbrand er væsentlig mindre end for naturgasbrand og ca. halv så kraftig som for en benzinbrand.

Redningsberedskabet på besøg
på en brinttankstation i København

Foto: H2 Logic A/S



Brinttankstation – opbygning og teknik

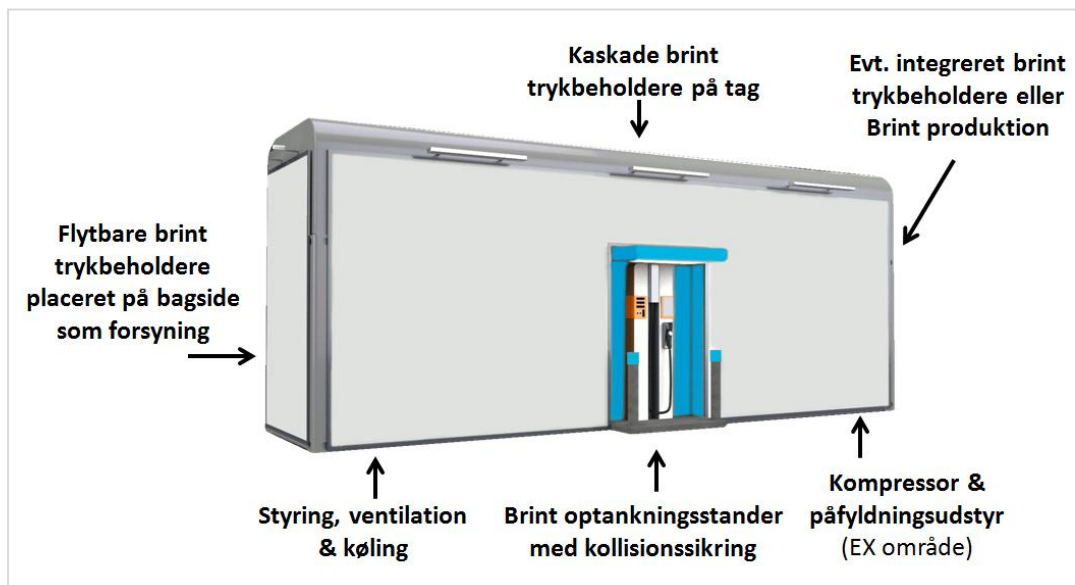
Opbygning af brinttankstationer

En brinttankstation består af en række hovedkomponenter, som enten kan være integreret i et samlet modul eller delt op alt afhængig af den givne placering:

- Brintforsyning
- Flytbare trykflasker leveret fra gasselskab (eller backup)
- Brintproduktion på stedet med elektrolyse af vand (vha. strøm)
- Brintkomprimering og lagring ved påfyldningstryk
- Integreret kompressor enten med lagring på taget eller separat
- Styring, ventilation og køling
- Påfyldningsudstyr & tankstander
- Integreret eller separat optankningsstander

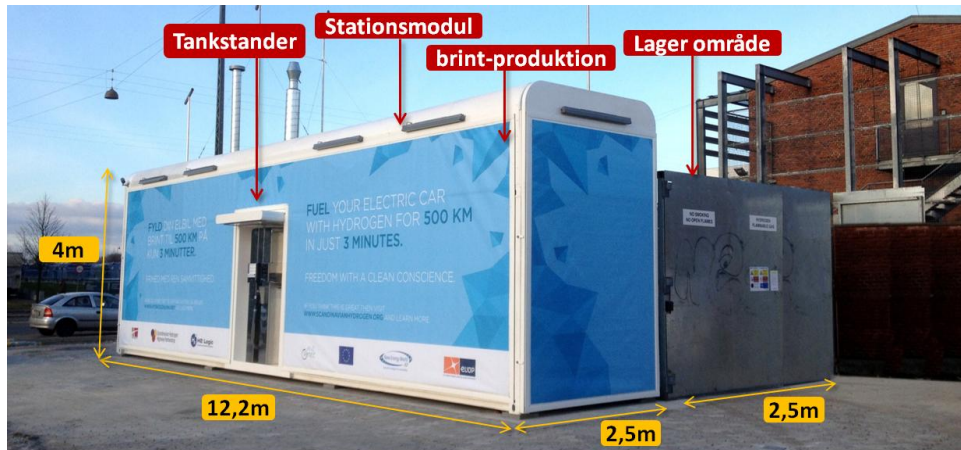
Brint leveres enten til tankanlægget i traditionelle flaskebatterier eller produceres på stedet ved at anvende elektricitet til at spalte vand, hvor trykflasker i stedet blot agerer backup. Efter brintforsyningen komprimeres brint til påfyldningstrykket og lagres i højtryksbeholdere enten placeret på taget eller uden for selve tankanlægget. Selve tankningen sker via en tankstander som enten er indbygget i stationsmodulet eller placeret separat, eksempelvis i forbindelse med eksisterende benzintankstationer.

Et eksempel på en mulig opbygning af en brinttankstation er vist nedenfor.



Opbygningen og særligt placeringen af de forskellige hovedkomponenter kan variere fra producent og selve placeringen af anlægget på "matriklen".

Nedenfor er vist et eksempel fra en brinttankstation med brintproduktion på stedet (elektrolyse af vand) med backup forsyning bestående af flytbare trykflasker nederst.



Nedenfor er vist eksempler på brinttankstationer som er etableret i Danmark de senere år, samt indholdet af selve stationen.

Holstebro | 700bar med flaskeforsyning og separat stander | størrelser under 50kg om dagen | max. 65kg brint lagret på sitet | 2011.



København | 700bar med brintproduktion og integreret stander | størrelser under 50kg om dagen | max. 150kg brint lagret på sitet | 2013.



Herning | 350bar med integreret stander | størrelser under 20kg om dagen | max. 200kg brint lagret på sitet | 2013.



Størrelsen af brinttankstationer i form af den daglige påfyldningskapacitet varierer.

I de kommende år forventes tankstationernes påfyldningskapacitet at være på ca. 50-200kg brint om dagen og på længere sigt mellem 400-1.000kg brint om dagen. En brint-bil tanker i snit 3-6 kg brint ad gangen, svarende til ca. 300-600 kilometers kørsel. Ved 15.000 km om året giver dette et årsforbrug pr. køretøj på 150-180 kg brint.

Oplag af gasser og farlige væsker på brinttankstationer

Brinttrykbeholdere

Brint oplagres på brinttankstationer i stationære trykbeholdere enten placeret på taget, ved siden af stationen eller inde i selve tankanlægget.

Der anvendes forskellige typer af trykbeholdere til forskellige trykniveauer:

Type 1: Stålbekholdere op til ~500bar

Type 2: Stålbekholdere forstærket med kulfiber op til ~500bar

Type 3: Kompositbekholdere med aluminiumliner fra ~500-1.000bar

Type 4: Kompositbekholdere med plastikliner fra ~500-1.000bar

Trykbeholdere for andre gasser

Desuden kan brinttankstationer indeholde en lang række forskellige typer af trykflasker som anvendes i driften af stationen, eksempelvis:

- Nitrogen til drift af ventiler og pneumatik
- Gasser i kølersystemer

Flydende væsker

Brint tankstationer kan indeholde en række flydende væsker som kan være brændbare, giftige eller farlige, eksempelvis:

- Brændbare olier i mekaniske systemer
- Brændbare eller giftige kølervæsker ned til minus -40°C

Sikkerhedsinstallationer med betydning for indsatsen

En brint tankstation skal overholde gældende lovgivning og direktiver for tekniske anlæg og gasser og etableres med en række sikkerhedsinstallationer med henblik på at:

- Minimere risikoen for udslip af brint
- Minimere risikoen for gnister i områder, hvor der kan være risiko for brint
- Have foranstaltninger, der begrænser evt. lækage, brand og eksplosion

Følgende seks kommuner i Danmark har frem til 2013 haft erfaringer med udstedelse af tilladelser til brint tankstationer:

- Holstebro
- Herning
- København
- Ringkøbing-Skjern
- Hobro
- Vejle

I tabellen på side 13 og 14 er en oversigt over eksempler på forskellige sikkerhedsinstallationer der findes på eksisterende brint tankstationer og som indgår i redningsberedskabets overvejelser i forhold til indsatsen.

Sikkerhedsinstallationer med betydning for indsatsen	
Brint tankstander	Slangen er udstyret med en kobling som lukker hvis slangen rives i stykker ligesom rørene fra lagringsbeholdere er udført med et antal spærringsventiler for at sikre afbrydelse af brinttilførslen i tilfælde af uheld.
Hoved-afbryder	Hovedafbryder for brint tankstationer kan være placeret forskellige steder, f.eks. ved nærliggende bygninger. Hvis brint tankstationen har et teknikrum, vil der være placeret en hovedafbryder for strøm der.
Overtryks-ventiler	Overtryksventiler er monteret på lagringsbeholderne og åbner hvis der er for meget tryk i anlægget. Det larmer meget når gassen strømmer ud gennem ventilerne. Redningsberedskabet skal være særlig opmærksomt på vindforholdene og risiko for fjernantændelse.
Sikkerhedslås og nøgle	Der findes ofte en nøgleboks med en særlig nøgle som giver redningsberedskabet adgang til de forskellige områder af anlægget i forbindelse med indsats.
Brint-detektorer	Brintdetektorer lukker automatisk for anlægget, hvis brintkoncentrationen i rummene overstiger den nedre antændelsesgrænse. I nogle anlæg vil der være en blinkende lampe som er skiltet med "Hydrogen Alarm", ved forhøjet brintkoncentration.
Jording	Hele anlægget er oftest jordet for at undgå statisk elektricitet.

Sikkerhedsinstallationer med betydning for indsatsen	
Skiltning	Redningsberedskabet kan møde følgende skilte ved brinttank stationer: "Stands motoren før påfyldning" (ved tankstander) "Rygning og åben ild forbudt" (ved tankstander) "Nødstop – Hydrogenanlæg" "Nødstop også placeret på, for eksempel, bygning eller i en afstand fra ca. 10m" "Trykflasker fjernes ved brand" "EX zone" (en zone hvor der eksplosionsfare) "Kun adgang ved grønt lys!" (ved døre hvor der kan være mulighed for forhøjet hydrogen / nitrogen koncentration) "GASOPLAG – Hydrogen"
Optisk signal	Der er placeret en rød advarselsslampe og en grøn lampe ved døre hvor der kan være mulighed for forhøjet brintkoncentration. Når den røde advarselsslampe lyser, eller begge lamper er slukket er der hydrogen udslip og brand/eksplosionsfare i rummet. Redningsberedskabet bør ikke åbne dørene med mindre det brænder. Alt hydrogen forsyning til rummet vil automatisk være standset og ventilationen vil automatisk være i gang. Hvis der allerede har været en eksplosion i rummet vil dørene være bliver blæst ud.
Nødstop	De fleste anlæg har nødstop placeret i nærheden (indenfor 10 m) af tankstander og evt. ved butik hvis anlægget er placeret ved en eksisterende benzin tankstation.

Redningsberedskabsindsats – brinttankstationer

Det kommunale redningsberedskab skal kunne yde en forsvarlig indsats mod skader på personer, ejendom og miljøet ved ulykker og katastrofer, jf. beredskabslovens § 12, stk. 1.

Sikkerhedsmæssig forsvarlig indsats

Det tilstræbes altid, at arbejdet på skadestedet bliver planlagt, tilrettelagt og udført således, at det sikkerheds- og sundhedsmæssigt er fuldt forsvarligt

Lederen af den tekniske indsats på skadestedet har gennem hele indsatsen ansvaret for alt indsat personale.

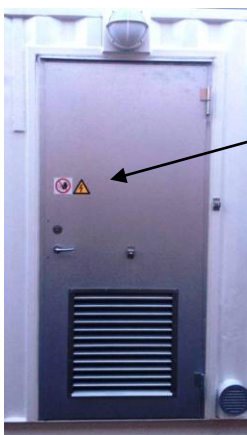
Dette indebærer, at der forud for indsatsen skal foretages en overordnet risikovurdering baseret på den viden og de erfaringer, der eksisterer vedrørende netop den type indsats, der er tale om. Endvidere skal der foretages en helt konkret vurdering af forholdene på stedet.

Desuden vil lederen af den tekniske indsats foretage en løbende risikovurdering, hvori de særlige farer for indsatsmandskabet indgår, og indsatsen skal tilrettelægges og udføres i overensstemmelse med denne vurdering.

Fremgangsmåde ved indsats

Situationsbedømmelse

Når lederen af den tekniske indsats ankommer til skadestedet, iværksættes en hurtig bedømmelse af situationen for at skabe et foreløbigt indtryk af skadebilledet. Ud fra denne situationsbedømmelse overvejer og beslutter lederen sig for en konkret førsteindsats.



Hovedafbryderen for anlægget findes i teknikrummet

Dør til teknikrum med advarselsskiltning

Førsteindsatsen

Formålet med førsteindsatsen er at yde hjælp til tilskadekomne og umiddelbart truede personer samt at hindre udbredelse af en indtruffet skade. Samtidig med førsteindsatsen får lederen af den tekniske indsats tid til at gennemføre en nøjere rekognoscering på hele skadestedet.

I forbindelse med førsteindsatsen prioriteres løsningen af opgaverne normalt i følgende rækkefølge:

- Redning af mennesker
- Redning af dyr
- Redning af værdier, herunder miljøet
- Fjernelse af særlige farer
- Standsning af udbredelsen
- Overvejelser omkring den endelige bekæmpelse af skaden

Er der mennesker eller dyr i fare, skal førsteindsatsens hovedvægt lægges på en livreddende indsats. I de tilfælde, hvor særlige farer vanskeliggør en livreddende indsats, kan det blive nødvendigt først at fjerne de særlige farer, der udgør en direkte trussel mod indsatspersonalet og/eller eventuelle tilskadekomne.

Objekter, hvori mennesker eller dyr er i fare, prioriteres forud for løsning af den samlede opgave.

Særligt vedrørende udslip af- eller brand i brint

Brint har nogle særlige egenskaber som redningsberedskabet bør være bekendt med:

1. Brint er en meget brandbar, eksplosiv gas, der er usynlig, lugtløs og smagløs samt meget lettere end atmosfærisk luft.
2. Brint er ikke giftig, og der er ingen miljømæssige konsekvenser ved et udslip fra en tank.
3. Brint har et meget bredt antændelsesinterval og kan antændes ved koncentrationer i luften på mellem 4 og 74 volumenprocent (Vol %).
4. Flammerne ved en brintbrand er i dagslys svære at se – brug termisk kamera. Ved brand i en jetflamme fra en tryktank er det vigtigt at få fastlagt udbredelsen i forhold til brandspredning.
5. En brintbrand kan slukkes som enhver anden gasbrand. Dvs. med tågestråle, en CO₂- eller pulverslugger. Pulver har den bedste slukningsvirkning men forårsager også størst materielle skader.
6. Hvis der er brand i udstrømmende brint, bør flammen **kun** slukkes, hvis det er muligt at afbryde udstrømningen. Såfremt jetflammen truer andre objekter, kan

disse køles. Hvis jetflammen påvirker andre tryktanke/beholdere med gas, skal disse køles med mindst 10 liter/m² i minuttet.

Vedrørende brinttankstationer

Brinttankstationer er forsynet med overtryksventiler. Hvis der er for meget tryk i anlægget eller anlægget udsættes for varme, vil ventilerne åbne og slippe overskydende brint ud i fri luft. **Det larmer meget** når gassen strømmer ud gennem ventilerne. Vær opmærksom på den udstrømmende gas ift. fjernantændelse, vindforholdene. Ofte stilles er krav om, at der ikke må være placeret el-luftledninger over brinttankstationer.

Ved de fleste brinttankstationer er der et kompressor-, et produktions- og et teknikrum i forbindelse med anlægget. Ved en eventuel lækage vil der være eksplosionsfare i kompressor- og produktionsrummet. Der vil også være eksplosionsfare i andre lokaler eller områder, hvor brinten indfanges og koncentrationen stiger.

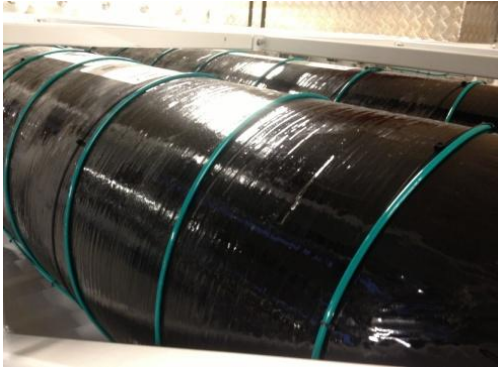


Dør til kompressor- og/eller produktionsrummet med advarselsslamper og -skilte

Vedrørende trykflasker

Tabellen nedenfor beskriver sikkerhedsforanstaltninger og tilgang i forbindelse med en redningsindsats for de forskellige typer brinttrykbeholdere.

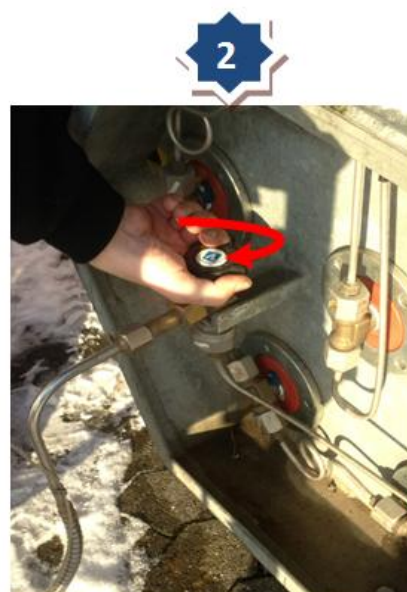
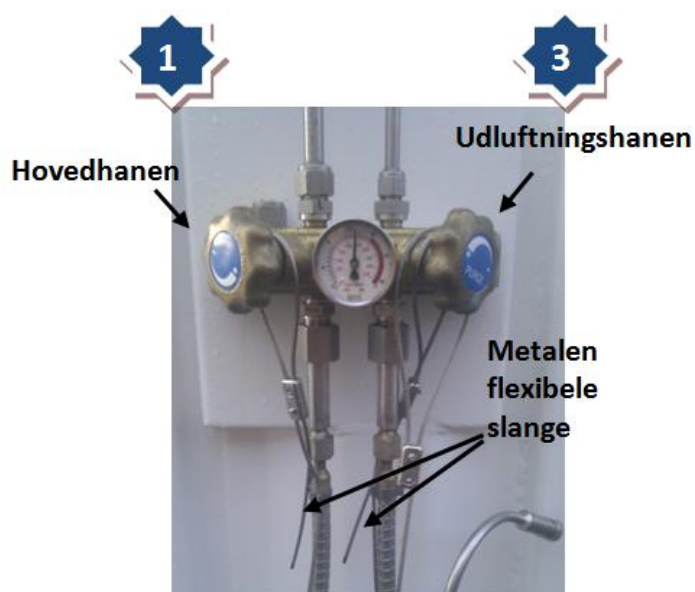
Beredskabets håndtering af brinttrykflasker på forbrugstankanlæg	
Type 1-2: Stålbeholdere	
Placering & sikkerhed	Kan være placeret på taget af tankanlægget, ved siden af eller indendørs. Skal være beskyttet af en sikkerhedsventil som automatisk lukker gas ud af beholderne i tilfælde af overtryk ved brand op igennem tankanlæggets skorsten.
I tilfælde af mistanke om lækage	Redningsberedskabet skal kontakte stationsoperatøren, som skal kunne tjekke stationens status og lækager via fjernbetjent overvågning.
I tilfælde af brand	Beholderne køles med vand for at holde temperaturen nede. Hvis beholdere er placeret ved siden af stationen, kan de afkobles og flyttes i sikker afstand fra branden.
 	

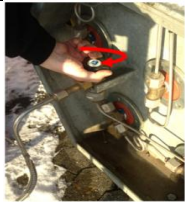
Type 3-4: Kompositbeholdere	
Placering & sikkerhed	Kan være placeret på taget af tankanlægget, ved siden af eller indendørs. Beholderne skal udstyres med en temperatur aktiveret sikkerhedsventil, som åbner i tilfælde af for høj temperatur. Kan være beskyttet med nitrogen-plastik-rørføringer som i tilfælde af brand brydes og aktiverer en sikkerhedsventil, så brinten udledes gennem stationens skorsten. Udluftningen af brint kan vare i op til 30 minutter.
I tilfælde af mistanke om lækage	Redningsberedskabet skal kontakte anlægsoperatøren, der kan tjekke anlæggets status og eventuelle lækager via fjernbetjent overvågning.
I tilfælde af brand	Beholderne køles med vand for at holde temperaturen nede. Hvis beholdere er placeret ved siden af stationen, kan de afkobles og flyttes i sikker afstand fra branden.
	

Såfremt en ekstern brintbeholder er tilkoblet stationen, skal denne kobles fra i tilfælde af brand. Det gælder eksempelvis trailere som flyttes i sikkerhed og holdes nedkølet ved sprøjtning af vand, eller brint produktionsanlæg som slukkes og kobles fra.

Sikker fjernelse af brintbatterier

1. Luk for hovedhanen hvor batteriet er tilsluttet med panserslange
2. Luk for hanerne på batterierne
3. Åbn for udluftningshanen for at tømme slangen for brint. Herefter luk hanen.
4. Panserslangen skrues af batterierne
5. Kør tomme batterier ud



En guide for redningsberedskabet – brinttankanlæg	
Sluk for strømmen til brinttankanlægget Når strømmen slukkes lukkes de forskellige ventiler i systemet automatisk og fjerner risikoen for gnister	
Situationsbedømmelse Redning af mennesker Redning af dyr Redning af værdier, herunder miljøet Fjernelse af særlige farer Standstning af udbredelsen Overvejelser omkring den endelige bekæmpelse af skaden	
Luk for forsyningen Sluk for forsyningen af hydrogen fra batteriet af hydrogenflasker	
Fjern flaskebatteriet Flaskebatteriet som forsyner tankanlægget fjernes til en sikker afstand fra brinttankanlægget	
Kontakt Ejeren af brinttankanlægget - Kontaktoplysninger kan typisk findes på "sikkerhedsanvisning" ved brandslukningsudstyr som er placeret i område fra brinttankstation	SIKKERHEDSANVISNING I tilfælde af brand eller større leakage ved anlægget.

Kilder

Samarbejde

Vejledningen er udarbejdet i samarbejde med:

Foreningen af kommunale beredskabschefer

KL

H2 Logic A/S

BAR Transport og En gros – brand og redning

Billeder

Billederne i vejledningen er venligst stillet til rådighed af:

H2 Logic A/S

Yderligere information

Vejledning: Indsats ved uheld med elkøretøjer

Beredskabsstyrelsen 2011

<http://brs.dk/viden/publikationer/uddannelsesmateriale/Documents/Vejledning%20om%20indsats%20ved%20uheld%20med%20elk%C3%B8ret%C3%B8jer.pdf>

USA links for brintsikkerhed & ulykker

<http://h2bestpractices.org>

<http://h2incidents.org>

<http://www.hydrogenandfuelcellsafety.info>

Video: Sammenligning af naturgas og brintflamme

http://h2bestpractices.org/media/short_prop_V3.mov

Video: Brandøvelse med brintbiler i Californien

<http://www.fdnntv.com/Hydrogen-Fuel-Cell-Training>

Video: Kørsel i brintbil tværs over Danmark

<http://www.youtube.com/watch?v=lbO4PInKCAA>

Vejledning om Redningsberedskabets indsats på brinttankstationer

Brint til transport i Danmark

Foreningen Hydrogen Link Danmark www.hydrogenlink.net

Brint & Brændselscelle Partnerskabet i Danmark

Brancheforening: www.hydrogennet.dk

Beredskabsstyrelsen 2014
