



Strong winds, high yield ลมเร็วพลังงานสูง

เทคโนโลยี HVDC Light® ที่ไปไกลออกสู่ทะเล

ภายใต้แรงกดดันในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มาจากการผลิตไฟฟ้า ผนวกกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงต้องใช้แหล่งพลังงานจากธรรมชาติมาใช้มากขึ้นเพื่อเก็บเกี่ยวพลังงานส่วนเพิ่มเติม ในขณะที่หลายส่วนของโลกที่ได้รับประโยชน์ในแหล่งที่มีแสงแดด ทิวภาคเหนือของยุโรปมีแนวโน้มที่จะได้สัมผัสประสบการณ์ที่ลมสามารถสร้างความเสียหายได้ ในอีกด้านหนึ่ง การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลมบนฝั่งและนอกชายฝั่งได้ประสบความสำเร็จในการใช้ประโยชน์จากลมเหล่านี้ในการผลิตพลังงานที่สะอาด ด้วยความเร็วลมเฉลี่ยนอกชายฝั่งที่สูงกว่าจะส่งผลให้ได้พลังงาน 70 เปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าที่ผลิตบนฝั่ง จึงไม่น่าแปลกใจว่าใน 15 ปีข้างหน้าจะเห็นการเพิ่มขึ้นของจำนวนของโรงไฟฟ้านอกชายฝั่ง อย่างไรก็ตาม เมื่อยังไกลออกไปในทะเลมากขึ้นความท้าทายก็จะมากขึ้นในการสร้างความมั่นใจในการส่งผ่านพลังงานที่มีเสถียรภาพกลับเข้าสู่แผ่นดินใหญ่ ความท้าทายนี้ได้ถูกตอบสนองด้วยเทคโนโลยี HVDC Light ของ ABB

The United Nation's Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ได้คาดการณ์ว่าพลังงานสะอาดจะต้องมีอย่างน้อยสามเท่าเพื่อหลีกเลี่ยงภัยพิบัติจากสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลง ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมที่ได้เป็นส่วนสนับสนุนสำคัญในความพยายามทั่วโลกที่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไฟฟ้า การมีส่วนร่วมของพลังงานหมุนเวียนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้ถูกตั้งไว้ให้เพิ่มขึ้นใน 15 ปีหลังจากนี้ด้วยการก่อสร้างสวนพลังงานลมนอกชายฝั่งขนาดใหญ่ในทางภาคเหนือของยุโรป ที่มีความจุพลังงานที่ไดวางแผนไว้ถึง 40 GW หนึ่งในจุดดึงดูดของการออกไปนอกชายฝั่งคือความถี่ของลมที่แรงมาก ซึ่งจะสามารถให้ผลผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ที่มากขึ้นกว่าสวนพลังงานลมบนฝั่ง ถึงแม้ว่าการสร้างสวนพลังงานลมบนฝั่งจะมีต้นทุนสูงกว่า การเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตกับความถี่จริงที่ว่าเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากได้ก้าวหน้าในแง่ของประสิทธิภาพการทำงานและเชิงต้นทุน จึงสามารถชดเชยค่าใช้จ่ายเหล่านั้นได้ในระยะยาว

และที่เพิ่มขึ้นในเรื่องของกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าพลังงานลมบนฝั่งจะถูกตั้งอยู่ไกลออกไปจากชายฝั่งและจุดต่อเข้าระบบไฟฟ้า ผลกระทบของการต่อเข้าของพลังงานลมบนฝั่งขนาดใหญ่ อาจจะมีผลต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาจากลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องของลม แนวโน้มที่ระยะทางจากฝั่งที่ไกลขึ้นบวกรวม

กับการต่อเข้ากับระบบที่อ่อนแอหมายถึง ความท้าทายทางเทคนิคที่ยากที่จะเอาชนะให้ได้:

- ระดับกำลังไฟฟ้าของสวนพลังงานลม
- ระยะห่างจากจุดเชื่อมต่อ
- ประเภทของการส่ง
- ความแข็งแรงของระบบ AC ณ จุดเชื่อมต่อ
- ความสามารถ Fault ride-through ในกรณีเกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้า
- การเริ่มเดินเครื่องของพลังงานลม
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากระบบส่ง

การกล่าวถึงความท้าทายในแต่ละอย่างด้วยการใช้เทคโนโลยีการส่งด้วย HVDC Light นั้น ABB ได้พัฒนาการออกแบบลงรายละเอียดสำหรับระบบ HVDC ที่สามารถต่อพลังงานลมขนาดใหญ่ได้อย่างปลอดภัยและมีความน่าเชื่อถือได้

เพื่อที่จะเริ่มต้นด้วยแหล่งผลิตไฟฟ้าแต่ละแห่งด้วยพลังงานลมซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในระดับไม่กี่ร้อย MW จนถึงระดับ GW HVDC สามารถที่จะส่งพลังงานไฟฟ้าที่กำลังระหว่าง 100 MW และ 1,200 MW ด้วยการใส่สายเคเบิลเพียงแค่ 1 วงจรเท่านั้น ซึ่งได้ถูกพิจารณา

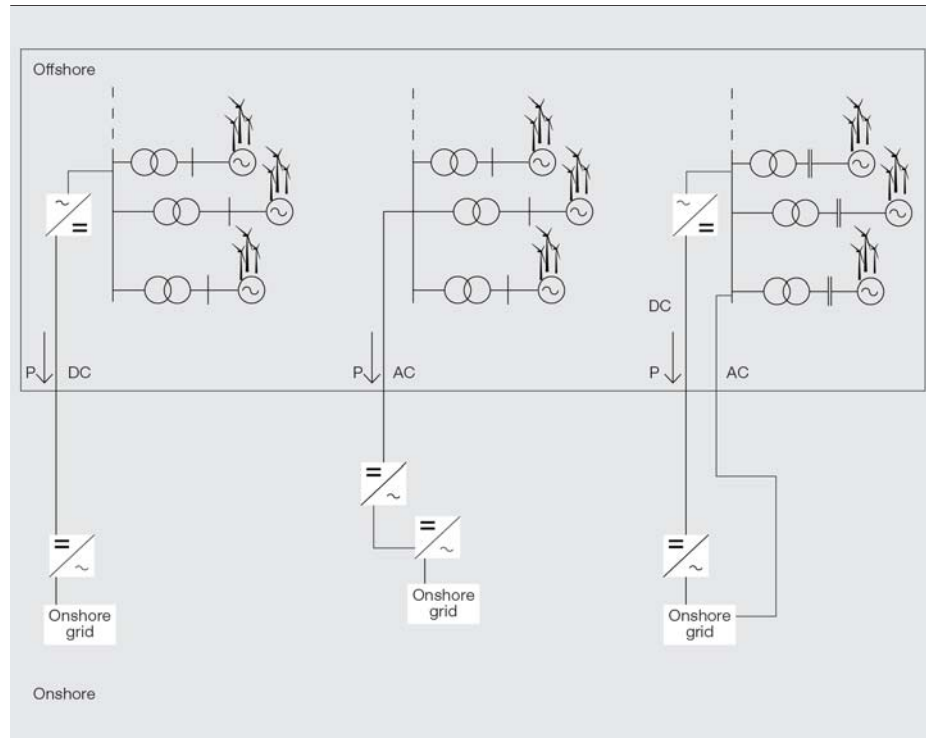
ว่าเป็นวิธีที่ประหยัดโดยเฉพาะสถานการณ์ที่ระยะทางต่อเชื่อมกับระบบ AC มากกว่า 70 ถึง 120 กม.

เมื่อใกล้ชายฝั่งเข้ามาสวนพลังงานลมสามารถถูกเชื่อมต่อได้ด้วยทั้งการส่ง AC และ DC หรือการผนวก รวมของทั้งสองระบบซึ่งได้เสนอการสนับสนุนให้สอดคล้องกับข้อกำหนดในการเข้าถึงระบบไฟฟ้าและช่วยในการปรับปรุงเรื่องคุณภาพไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อ เทคโนโลยีนี้ได้ให้การควบคุมที่ตีเยี่ยมและการฟื้นฟูพลังงานที่รวดเร็วในระหว่างและหลังการรบกวนและเหตุการณ์ฉุกเฉินซึ่งรวมถึงไฟดับขนาดใหญ่ และยังสนับสนุนระบบไฟฟ้าที่อ่อนแอด้วยความสามารถเรื่อง Black-start และ Fine-tuning ของแรงดันไฟฟ้า AC และกำลังรีแอ็กทีฟและความสามารถที่จะจ่ายไฟให้สวนพลังงานลมเมื่อสภาวะลมต่ำหรือไม่มีลม นอกจากนี้ ระบบส่งนี้เป็นอุดมคติสำหรับการคงเสถียรภาพของการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไม่ปกติ โดยการชดเชยอย่างรวดเร็วสำหรับการผันผวนของกำลังไฟฟ้า

การจับลมบนฝั่งด้วยโซลูชัน HVDC

ความหลากหลายที่แตกต่างกันของรูปแบบการส่งมีความเป็นไปได้ที่จะใช้เทคโนโลยี HVDC อย่างเดียวและที่ผนวกรวมกันกับ HVAC (ดูรูป 1)

การเชื่อมต่อโดยตรงที่ถูกแสดงให้เห็นในรูปที่ 1a และวิธี Back-to-back ที่ถูกแสดงในรูปที่ 1b สามารถใช้ความถี่ในสวนพลังงานลมที่ไม่ถูกเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าบนฝั่ง สวนพลังงานลมยังถูกแยกจากการรบกวน



1a การเชื่อมต่อโดยตรง 1b การเชื่อมต่อแบบ Back-to-Back 1c วิธีการขนานที่รวม HVAC และ HVDC
 รูปที่ 1 HVDC ทางเลือกและแผนการเชื่อมต่อ HVDC / HVAC

ทางไฟฟ้าจากทุกระบบไฟฟ้าบนฝั่งได้อีกด้วย ซึ่งหมายความว่า ทำให้มีความสามารถเรื่อง Fault ride-through ที่สำคัญได้ การเชื่อมต่อแบบขนาน แสดงให้เห็นในรูปที่ 1c ได้แสดงการผนวกรวมของ HVAC และ HVDC และเป็นตัวอย่างของวิธีการขยายตัวแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise expansion approach) ซึ่งทำให้ขีดจำกัดการส่งสามารถเพิ่มขึ้นได้ ผลประโยชน์ของวิธีการนี้ได้รวมถึงความพร้อมใช้งานพลังงานที่สูงกว่าและศักยภาพที่จะเปลี่ยนและการรวมเข้าด้วยกันของเทคโนโลยีใหม่ ในขณะที่สวนพลังงานลมได้พัฒนาไปและจากมุมมองของธุรกิจคือ การเพิ่มขึ้นของการลงทุน

ในการเริ่มต้น สถานีตัวแปลง HVDC Light จะให้การควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ระบบไฟฟ้าบนฝั่งที่ได้ออกจ่ายไฟให้แรงดันไฟฟ้าจะลาดขึ้นด้วยระดับความถี่ที่กำหนดอย่างราบเรียบ (เพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินแบบทรานเซียนส์และกระแส Inrush) หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมได้ถูกเชื่อมต่ออย่างปลอดภัยเข้าสู่ระบบไฟฟ้าบนฝั่ง ส่วนสถานีแปลงบนฝั่ง (ตัวรับ) นั้นจะตั้งอยู่ใกล้ฝั่งหรือไกลเข้าไปบนพื้นดินถึงแม้ว่าระบบไฟฟ้ามักจะอ่อนแอลงตามแนวชายฝั่ง เทคโนโลยี HVDC Light ก็ได้ถูกออกแบบให้ช่วยเสริมสร้างระบบโดยให้การสนับสนุนเรื่องเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้า ยิ่งกว่านั้น เทคโนโลยีนี้จะสร้างให้ระบบนอกชายฝั่ง รวมทั้งกังหันลมที่ถูกเชื่อมต่อถูกคุ้มครองทางไฟฟ้าจากการรบกวนจากระบบบนฝั่ง ยกเว้นเช่น ในระหว่างการเกิดความผิดปกติของระบบ AC บนฝั่ง

สถานีแปลงบนฝั่งสามารถขยายพลังงานที่เกินมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานลมเข้าไปใน Breaking resistor เมื่อระบบได้ทำการเคลียร์ความผิดปกติดังกล่าว ตัวต้านทานจะถูกตัดออกจากระบบและสร้างการไหลของพลังงานแบบปกติขึ้นใหม่ วิธีนี้ช่วยปกป้องกังหันลมและอุปกรณ์อื่นๆ จากสเตรส ซึ่งในระยะยาวจะช่วยยืดอายุการใช้งาน

จากมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม ระบบการส่งผ่านด้วย HVDC จะให้ประโยชน์มากมายรวมทั้ง

- ระบบสายเคเบิลแบบอัดปราศจากน้ำมันใช้ใต้ดินจากฝั่งไปยังจุดเชื่อมต่อ AC
- การติดตั้งสายเคเบิลคู่ซึ่งทำให้สนามแม่เหล็กเป็นกลาง
- สถานีแปลงแบบปิดรอบเพื่อลดเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- พื้นที่ของสถานีที่มีขนาดเล็ก

แท่นนอกชายฝั่งด้วยฟังก์ชันการทำงานคู่

แนวโน้มในปัจจุบันมุ่งไปที่โรงไฟฟ้าขนาดใหญ่บนฝั่งที่อยู่ที่ห่างไกลในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงที่สามารถรองรับได้ทั้งสถานีแปลง HVDC และบุคลากร สำหรับการดำเนินงานและการบำรุงรักษาแพลตฟอร์ม แท่นสองแห่งแรกที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับสถานีแปลง HVDC ที่อยู่นอกชายฝั่งอยู่บนพื้นฐานของโซลูชัน Topside

Jacket แบบทั่วไป ด้วยการร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับประเทศนอร์เวย์ ABB ได้พัฒนาแท่นที่มีความยืดหยุ่น มีนวัตกรรมขั้นสูง มีความแข็งแรงและสามารถปรับขนาดได้สำหรับประสิทธิภาพของการผลิตและให้จ่ายในการติดตั้ง (ไม่จำเป็นต้องใช้ heavy-lift vessels หรือการดำเนินงานแบบ Jack-up) แท่นดังกล่าวนี้จะอยู่บนพื้นฐานของการรวมกันของการออกแบบกึ่งใต้ทะเล (semisubmersible) และการออกแบบตามแรงโน้มถ่วง ซึ่งก็คือ จะทำหน้าที่เป็นแท่นแบบกึ่งใต้ทะเลในระหว่างขนานส่งและการติดตั้ง หลังจากที่ถูกถ่วงลงไปที่ก้นทะเล

HVDC ในการดำเนินการ (HVDC in action)

จำนวนที่เพิ่มขึ้นของสวนพลังงานลมรวมกับระยะทางที่เพิ่มขึ้นจากแหล่งผลิตไฟฟ้าบนฝั่งและการใช้งานบนฝั่งเป็นสองปัจจัยหลักที่ผลักดันการใช้งาน HVDC Light ในความเป็นจริง HVDC ได้ถูกและจะถูกนำมาใช้ในโครงการใหญ่ในยุโรปบางส่วนซึ่งทั้งหมดอยู่ในทะเลเหนือ (ดูรูป 2)

BorWin1

ในปี 2007 ABB ได้รับการสั่งซื้อจาก E.ON-Netz (ตอนนี้เป็น TenneT) เพื่อที่จะต่อสวนพลังงานลมที่ใหญ่ที่สุดและห่างจากชายฝั่งมากที่สุดเข้าสู่ระบบไฟฟ้าของประเทศด้วยระบบ HVDC Light ความจุ 400 MW โครงการนี้ชื่อว่า “BorWin” ซึ่งเป็นกรเชื่อมต่อด้วย HVDC ครั้งแรกของโลกสำหรับพลังงานลมบนฝั่ง การปฏิบัติตาม Grid Code อย่างเต็มรูปแบบทำให้มั่นใจได้ว่าการต่อเข้ากับระบบที่แข็งแกร่ง

โครงการ	บริษัท / สถานี	กำลังไฟฟ้าที่กำหนด (MW)	แรงดันของระบบ (kV)	ความยาวของสายเคเบิล DC (km)	ปีที่เสร็จสมบูรณ์
BorWin1	TenneT (เยอรมนี)	400	DC: ±150 AC: 155/400	SM*: 2 x 125 UG*: 2 x 75	2009
DolWin1	TenneT (เยอรมนี)	800	DC: ±320 AC: 155/400	SM*: 2 x 75 UG*: 2 x 90	2014
DolWin2	TenneT (เยอรมนี)	900	DC: ±320 AC: 155/380	SM*: 2 x 45 UG*: 2 x 90	2015

*SM = ใต้ทะเล, UG = ใต้ดิน

รูปที่ 2 โครงการพลังงานลมนอกชายฝั่งที่ถูกเชื่อมต่อโดย HVDC Light



3a มุมด้านหลัง



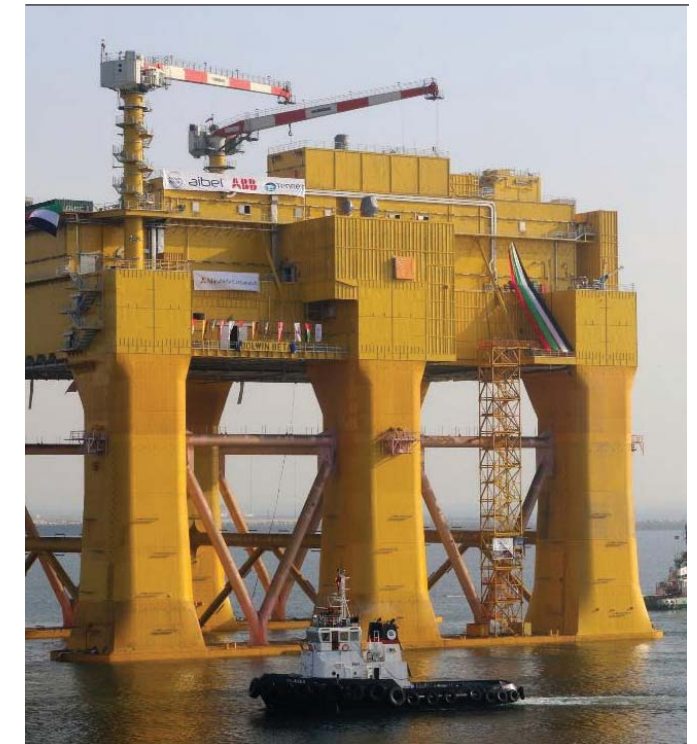
3b มุมด้านข้าง

รูปที่ 3 สถานีบนฝั่ง Dörpen West สำหรับฟาร์มกังหันลม DolWin1

ของโรงไฟฟ้าพลังงานลม ซึ่งประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม (5 MW) จำนวน 80 เครื่อง สถานีแปลงนอกชายฝั่งและบนฝั่งและสายเคเบิลใต้ดิน 75 กม. และใต้ทะเล 125 กม. พลังงานลมได้ถูกจ่ายเข้าสู่สถานีแปลงที่เมือง Diele ใกล้เมือง Papenburg บนฝั่งของประเทศเยอรมันที่ซึ่งกำลังไฟฟ้าจะถูกใส่เข้าสู่ระบบ 400 kV โครงการนี้จะช่วยลดการปล่อย CO₂ เกือบ 1.5 ล้านตันต่อปี

DolWin1

อีกตัวอย่างหนึ่งของโซลูชันนี้ก็คือการเชื่อมต่อ HVDC Light “DolWin1” ความจุ 800 MW ซึ่งจะนำพาพลังงานไฟฟ้าไปส่งจุดเชื่อมต่อกับระบบที่ Dörpen West ในประเทศเยอรมนีซึ่งอยู่บนฝั่งเข้าไปประมาณ 90 กม. (ดูรูป 3) ABB รับผิดชอบส่วนของงานวิศวกรรมระบบรวมทั้งการออกแบบ การจัดหาและการติดตั้ง สถานีแปลงนอกชายฝั่ง รวมทั้งแท่นสายเคเบิลใต้ทะเล 75 กม. สายเคเบิลใต้ดิน 90 กม. และสถานีแปลงบนฝั่ง กำหนดเวลาที่จะดำเนินการในปี 2014 ระบบของสวนพลังงานลมบนฝั่งนี้คาดว่าจะลดการปล่อย CO₂ ได้ 3 ล้านตันต่อปี



รูปที่ 4 แท่นนอกชายฝั่ง DolWin2 สำหรับทะเลเหนือ (North Sea)

DolWin2

สำหรับโครงการ DolWin2 สวนพลังงานลมจะได้รับการเชื่อมต่อกับสถานีแปลง HVDC ที่ถูกติดตั้งบนแท่นนอกชายฝั่งในทะเลเหนือ (ดูรูป 4) พลังงานที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกส่งผ่านสายเคเบิล DC ใต้ทะเลยาว 45 กม. และสายเคเบิลใต้ดินยาว 90 กม. ไปยังสถานี HVDC บนฝั่งที่จุดเชื่อมต่อ Dörpen West ระบบส่งจะมี ความจุที่ 900 MW/± 320 kV ซึ่งจะเป็ระบบ HVDC นอกชายฝั่งที่ใหญ่ที่สุดในโลก

การเชื่อมต่อด้วย HVDC Light ให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมหลายอย่างเช่นการสูญเสียทางไฟฟ้าน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ต่อสถานีแปลงและการทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นกลาง สถานีแปลงที่ขนาดกะทัดรัดจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 3 ล้านตันต่อปีโดยการทดแทนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล

เรียบเรียงจาก

Peter Sandeberg, “Strong Winds, High Yield”, ABB Review Special Report (60 Years of HVDC), page 22-25