

Classification of host system : Compliant type

- Tension Leg Platform (TLP)
: water depth up to 2000m



Conventional TLP



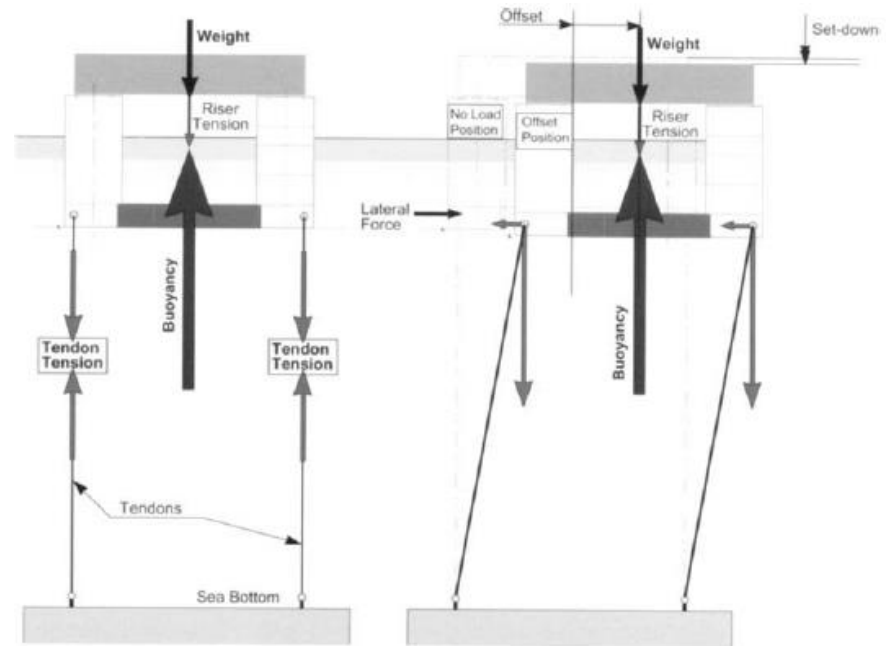
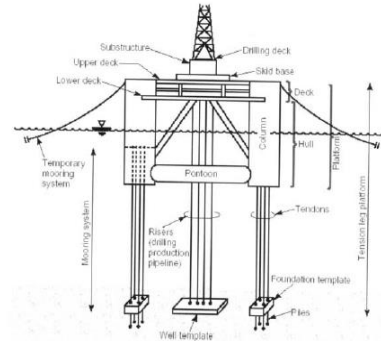
Extended TLP
'Kizomba A & B'



Single Column TLP
'Matterhorn'

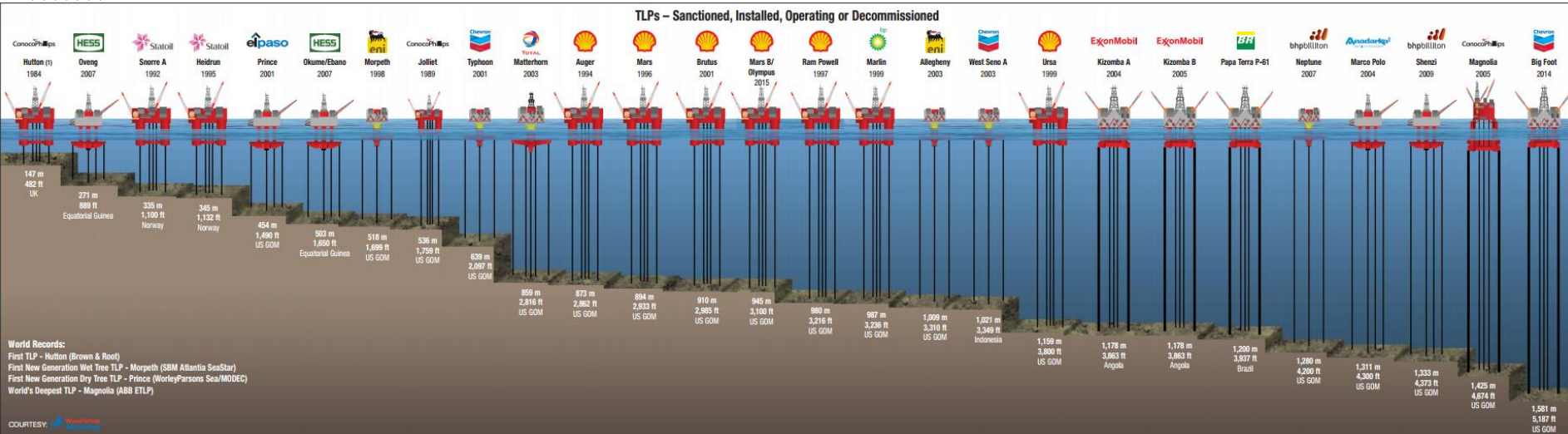
TLP (Tension Leg Platform)

- TLP는 Semi와 거의 동일한 구조로 부유체(pontoon)와 지지기둥, 갑판으로 구성.
- 인장각(Tension leg)으로 불리는 굵은 고장력 파이프에 의해 해저면의 앵커와 연결되어 위치 고정.
- 상부 구조물과 해저 생산정을 연결하는 파이프들은 시추 혹은 생산용 라이저로 사용됨.
- 플랫폼 수심이 낮아지게 되면 파이프들에 인장력이 걸려 복원력이 발생, 플랫폼이 원위치로 돌아오게 됨.
- 수직방향의 움직임(heave)에 저항력을 가지며, 수평방향의 움직임(surge and sway)도 안정적인 대응이 가능



TLP의 구조 및 계류 원리(Chakrabarti, Handbook of offshore engineering, 2005)

World TLP 현황



FloaTEC, 2012 Deepwater solutions & records for concept selection

Classification of host system : Compliant type

- Spar
: max water depth 2500m



Truss Spar



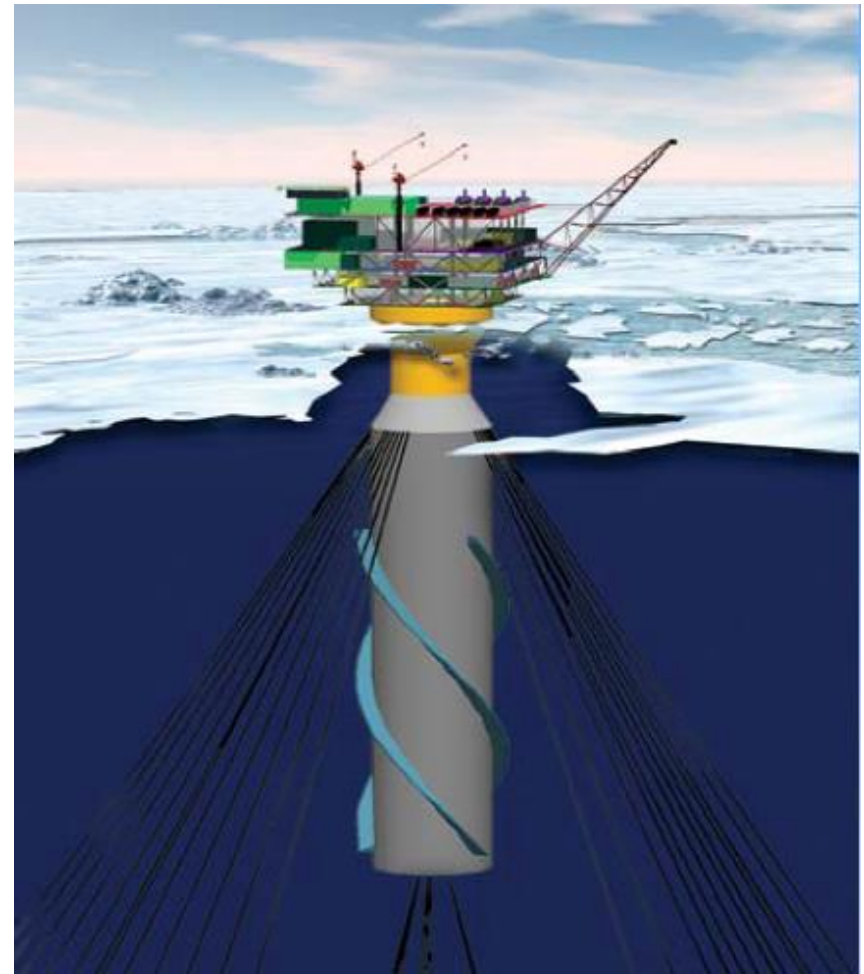
Dry-transport
of Spar Hull



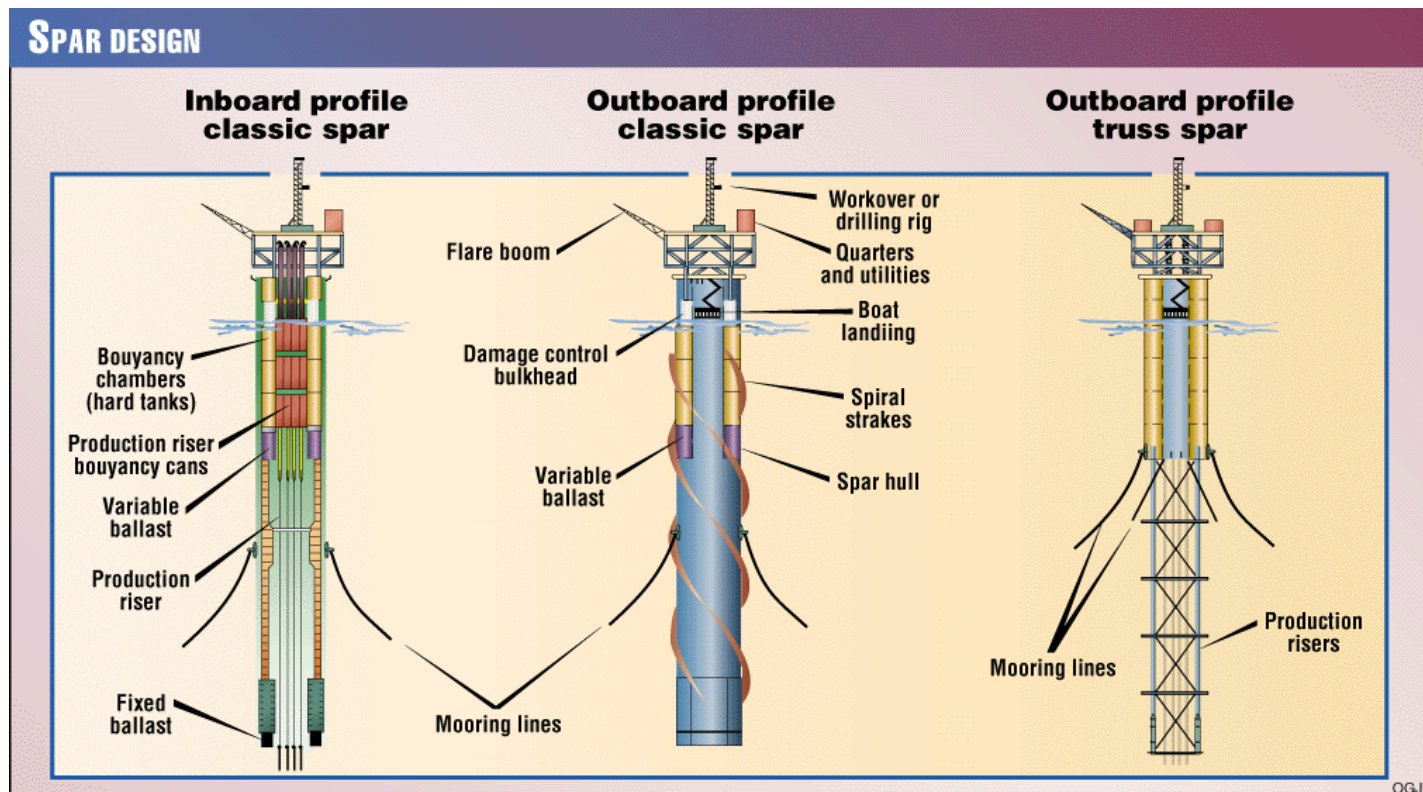
Upending of Spar
Hull by Heerema
HLV (Balder)

SPAR

- 속이 빈 원통형태의 구조물로 초대형 부표 같은 형태
- 수평방향 움직임을 제한하기 위한 계류선을 가지며, 통상 무게중심이 부력중심보다 낮게 형성되도록 설계되기 때문에 안정적.
- 구조물의 대부분이 바다 속에 위치하기 때문에 해류와 소용돌이에 큰 영향을 받아 진동하게 되며, 이를 완화하기 위하여 나선형 외판(strake)을 설치하여 충격을 흘려 보내게 설계됨.

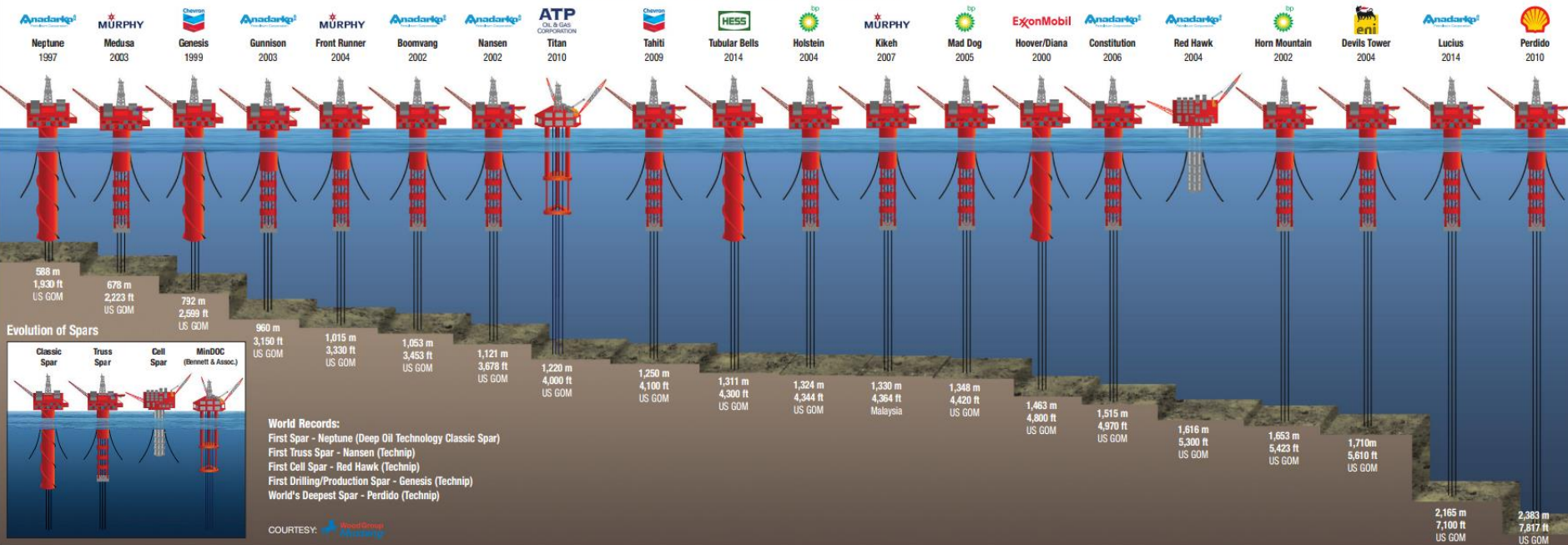


- 초기에는 저장기능이 포함되기도 하였으나, Brent Spar (Shell) 이후 주로 시추 및 생산용 플랫폼으로 사용됨.
- 2세대로 본체 중간 부분을 truss로 교체하여 무게와 비용을 줄인 Truss spar가, 2004년 조립식 구조물(multiple ring-stiffened tube or cell)로 구성된 Cell Spar가 등장하여 건설비가 절감됨.



World Spar 현황

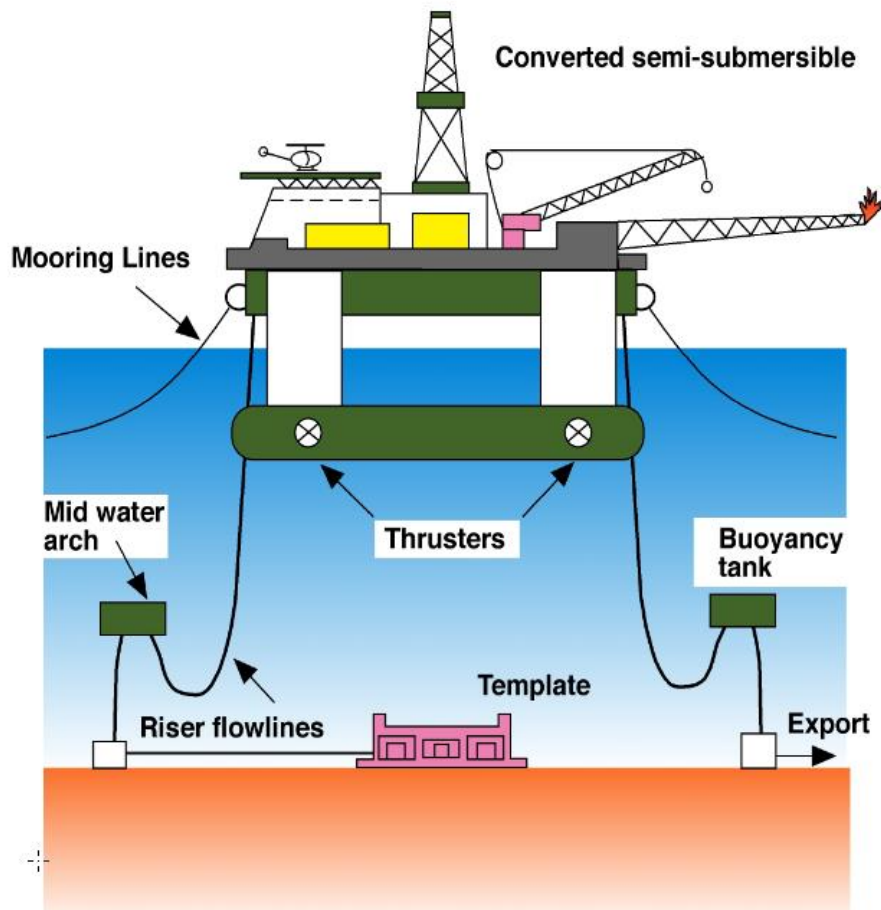
Spars, DDFs, DDCVs – Sanctioned, Installed or Operating



FloaTEC, 2012 Deepwater solutions & records for concept selection

Classification of host system : Floating type

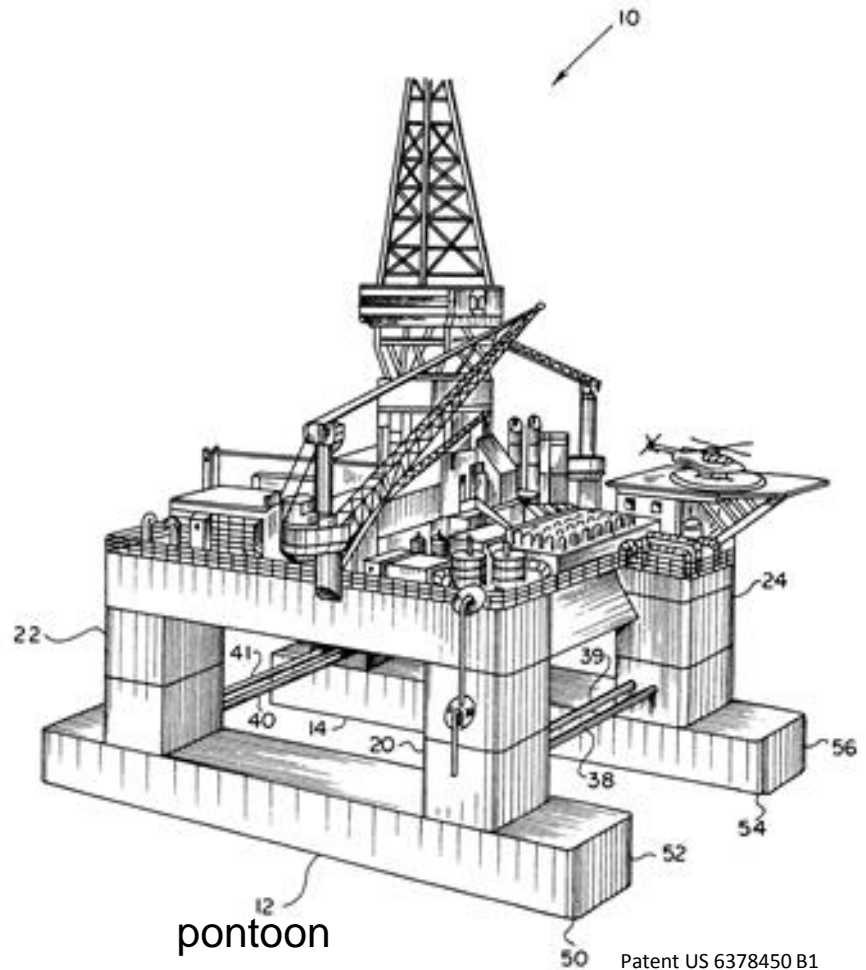
- Semi-submergible
: water depths from 60 to 3050 m



Dry transport of 'Thunderhorse' Semi

Semi-submersible

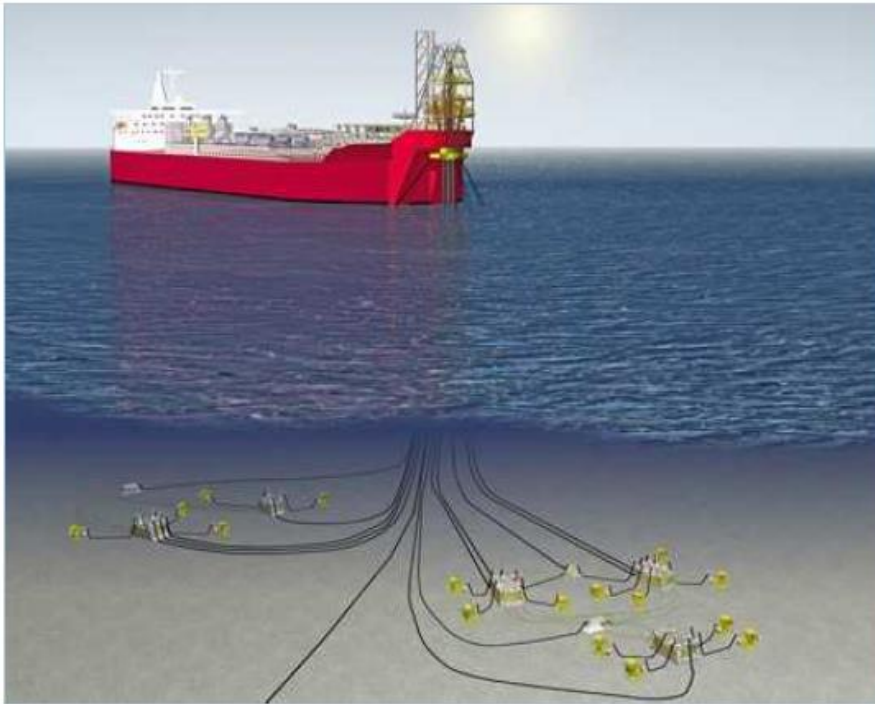
- 심해개발 진행으로 수심이 깊어지고 해상 조건이 거칠어짐에 따라 고정식 구조물 운용이 어려워짐.
- 수심의 영향을 받지 않는 부유식 구조물이 고안됨.
- 반잠수식 구조물(약칭 semi)은 부력을 제공하는 수평 구조물인 pontoon과 이를 기반으로 하는 기둥(column) 그리고 그 위의 갑판으로 구성됨.
- 통상 1000ft 이내의 수심에서 운용되나 계류 설비에 따라 더 깊은 수심에서도 이용 가능



- 이동시에는 하부 선체를 이용 물에 뜬 상태로 인양하며 목적지에서는 하부선체와 칼럼에 밸러스트를 주입하여 가라앉혀 반잠수 상태로 운용.
- 반잠수 상태에서는 선박형 구조물에 비해 동요가 적으므로 기상악화에 따른 가동제한이 적음.
- 추진기(thruster)와 동적 위치제어 시스템(Dynamic positioning system)을 이용하여 깊은 수심에서도 작업위치를 유지하기가 용이.
- 시추에 많이 이용되나 생산도 가능.
- 상부에 시추용 설비가 설치되면 semi-submersible drilling unit, 생산설비가 설치되면 FPS (Floating production system)로 부름.

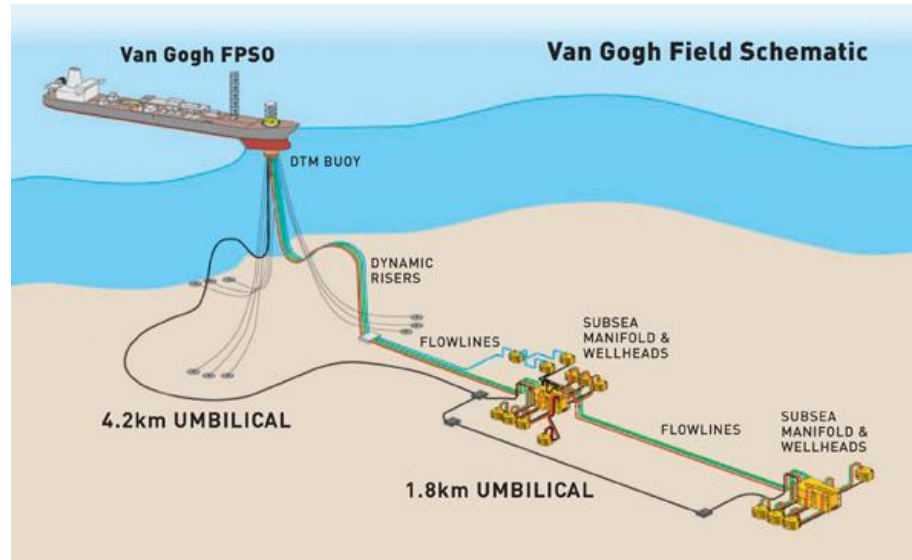
Classification of host system : Floating type

- FPSO (Floating Production Storage and Offloading)



FPSO (Floating Production Storage & Offloading)

- 선박의 형태를 지닌 대표적인 부유형 플랫폼
- 선박형태로 예인이 용이하고 생산, 저장, 하역 기능을 모두 갖춘 복합생산 시스템.
- 최초의 oil FPSO는 유조선(oil tanker)에 오일 및 가스를 분리하고 처리, 저장, 송출하는 기능을 추가하는 선체 개조를 통하여 건조
- 배관 및 인프라가 구축되지 않은 원해에도 설치가 가능하고, 다양한 기후조건을 지닌 바다에서도 유연한 대응이 가능
- 터렛계류 및 추진기를 사용하여 위치제어가 용이



해저시스템을 포함한 FPSO 설치 구조도 (Van Gogh Field, www.ogj.com)

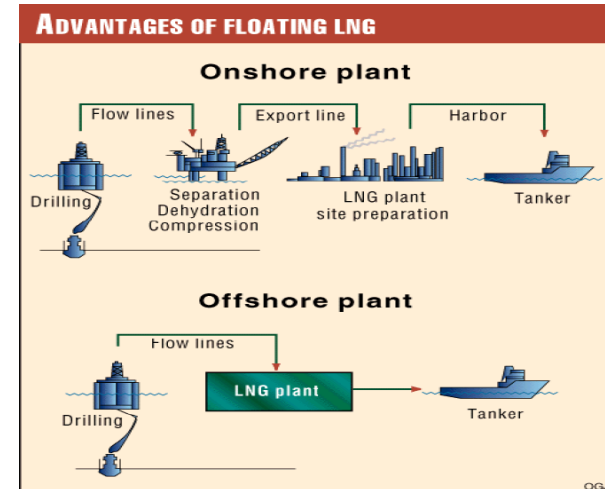
* FSO(floating storage and offloading)의 경우 상부에서 separation 등의 processing 기능이 없음. 유정에서 생산된 원유를 단순저장 후 수송을 위한 시설만 제공.

LNG-FPSO/LNG-FSRU

- 가스전에서 천연가스를 생산한 후 바로 액화 및 저장한 후 LNG수송선을 통하여 송출 가능한 해양 플랫폼



LNG Supply Chain에 따른 LNG 해양플랫폼 개념구분 (images from Statoil, Ingfacts.org, wikipedia, kogas.or.kr)

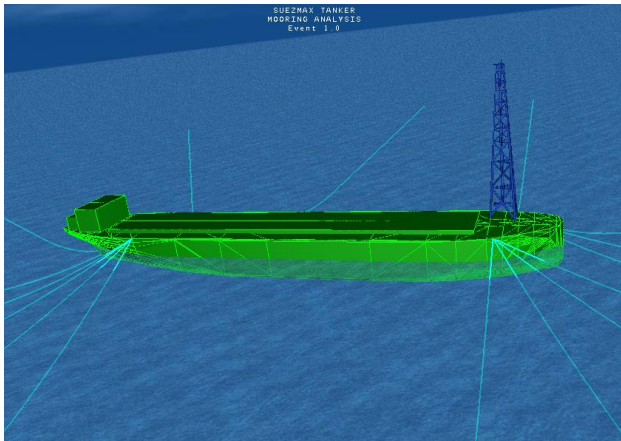


Mooring system

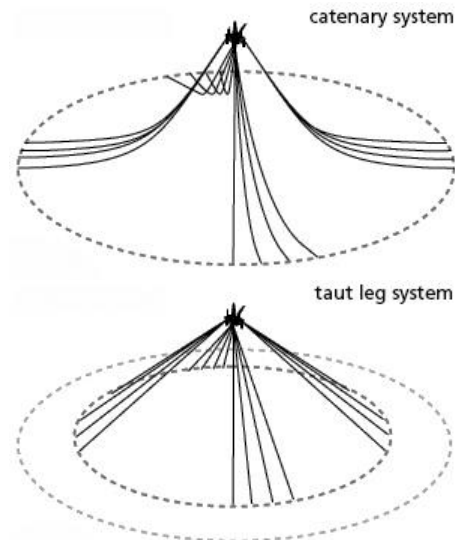
- 부유식 구조물은 선체를 원하는 위치에 정박시키기 위한 계류시스템을 필요로 하며, 통상 해저에 위치한 닻이나 말뚝과 계류선으로 연결됨.
- 전통적으로 쇠사슬 형태의 강철 계류선을 이용하여 왔으나, 심해로 나아갈수록 보다 가벼우면서도 더 강한 소재가 요구되어 최근엔 합성섬유 기반의 fiber rope나 다양한 복합재료를 이용한 계류선이 사용됨.
- 계류시스템은 플랫폼에 과도하게 작용하는 외력을 분산시킬 수 있을 정도의 유연함을 제공하는 동시에, 과도한 움직임으로 인하여 시추 및 생산 배관들에 피해를 주지 않을 정도의 굳건한 위치고정능력을 제공하여야 함.

Spread mooring system

- 계류선을 사방으로 연결하여 한 방향으로 고정하여 계류하는 방식
- Catenary Mooring: 보편적으로 사용되는 방식으로 곡면을 가진 계류선을 이용하여 해저면에 수평에 가깝게 고정.
- Taut Mooring: 심해의 경우 계류선의 무게가 과도해지는 문제를 피하기 위해 사용



<http://bentley.ultramarine.com/models/Mooring/tn/Spread%20Moored%20Tanker.png.html>



<http://www.dredgingengineering.com/moorings/overview/Tool%20lb.html>

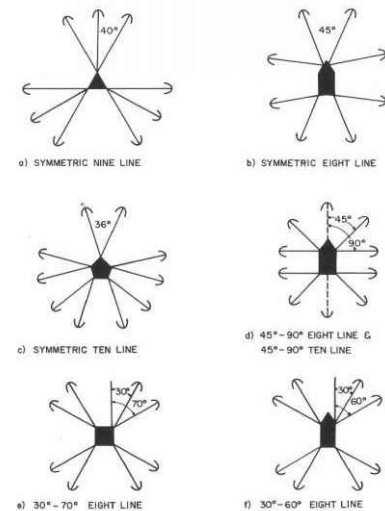
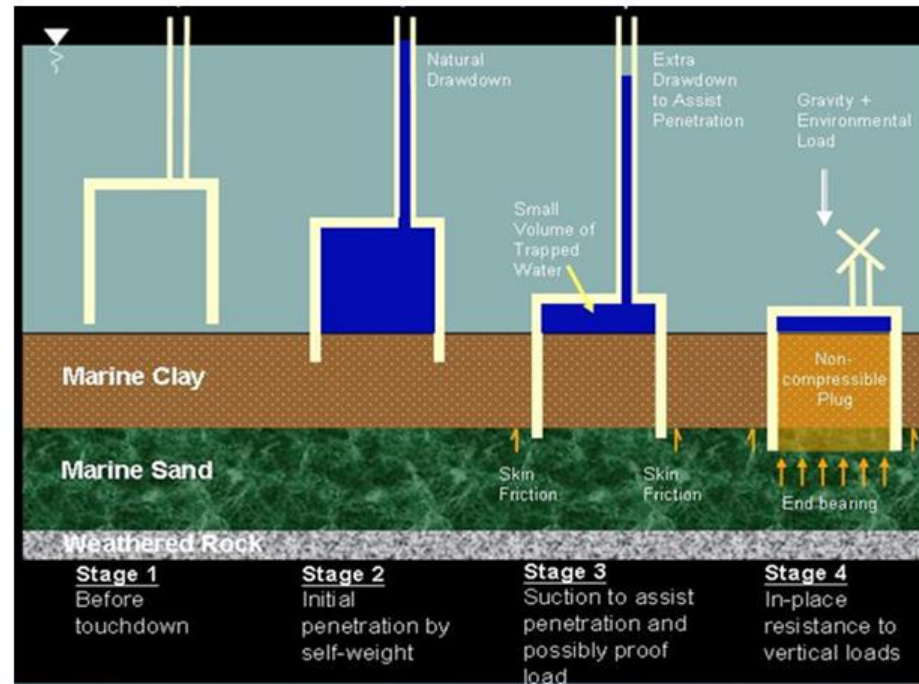


Fig. 1-74 Typical spread mooring patterns.

<http://www.netwasgroup.us/offshore/spread-mooring-systems.html>

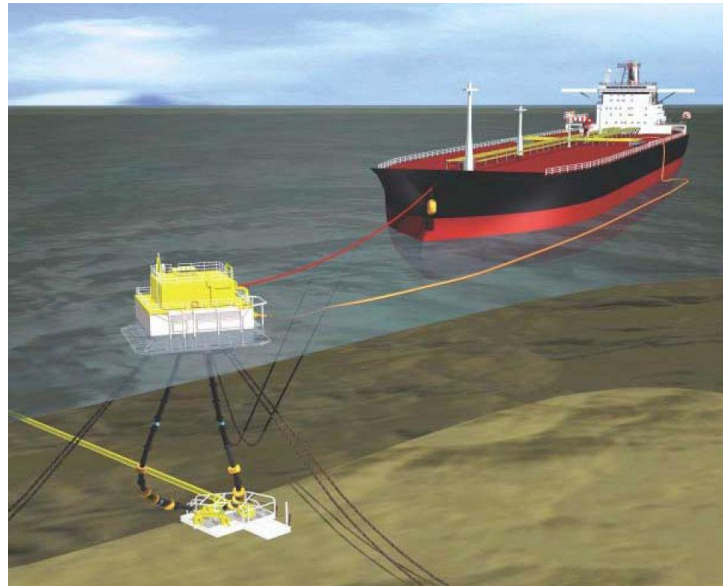
Anchor

- 계류된 구조물이 바람 또는 해류에 의하여 이동하지 않도록 해저면에 고정되어 해양구조물과 해저면을 연결하는 장치
- Suction anchor



Single Point Mooring (SPM)

- Spread mooring system과 같이 선체의 방향을 한 방향으로 고정하는 경우 예기치 않은 상황, 예를 들어 측면에서 오는 거대한 태풍 등,에서는 계류선 혹은 선체에 큰 부하가 걸리고 원하는 위치에서 움직이는 결과가 유발될 수 있음.
- Single Point Mooring (SPM) Buoy Mooring system
 - : 복수의 계류선으로 부표를 해저와 연결
 - : 부표와 연결된 선체는 부표 중심 회전 가능
 - : 유체는 해저배관>부표>선체로 흐름.
 - : 선체 회전 허용으로 바람, 조류 등 부담 경감.



Turret mooring system

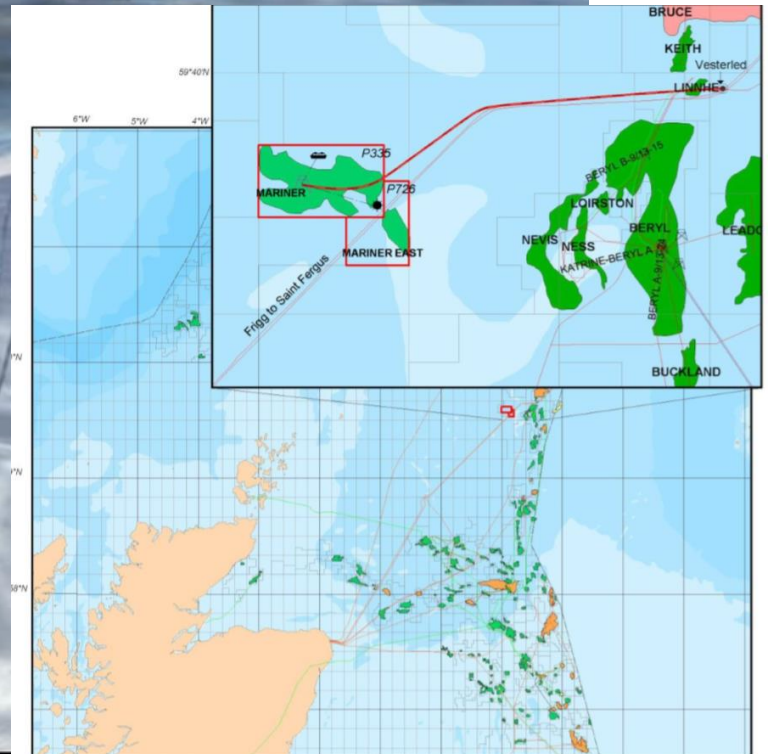
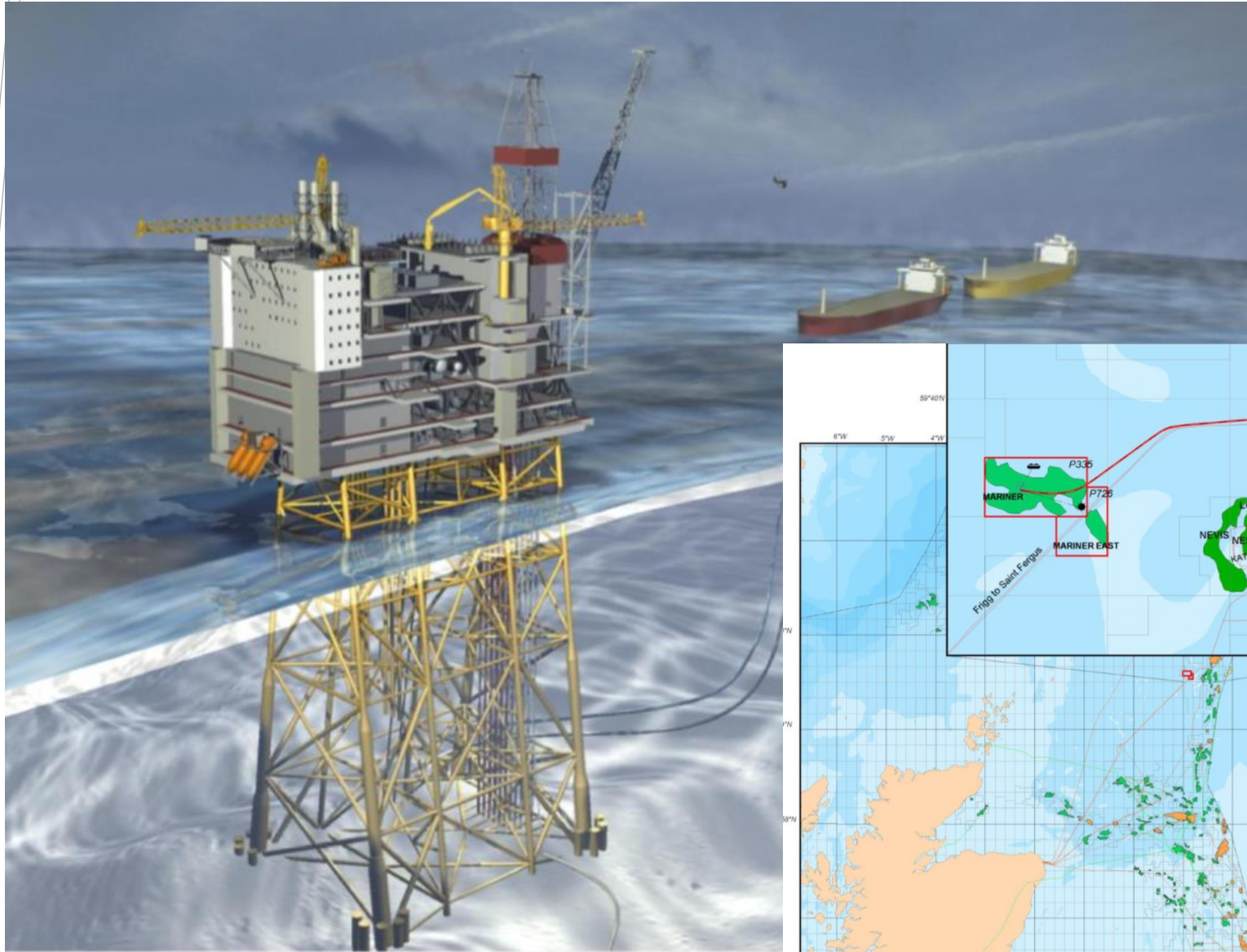
- 복수의 계류선이 해저와 터렛(Turret)을 연결하며, 이 터렛이 다시 FPSO에 결합되는 방식
- 터렛 자체가 회전이 가능하므로 선체가 터렛을 중심으로 회전
- 터렛을 통하여 해저배관과 선체가 연결됨.
- 태풍과 같이 극단적 외력이 작용할 때를 대비하여 탈, 부착 가능



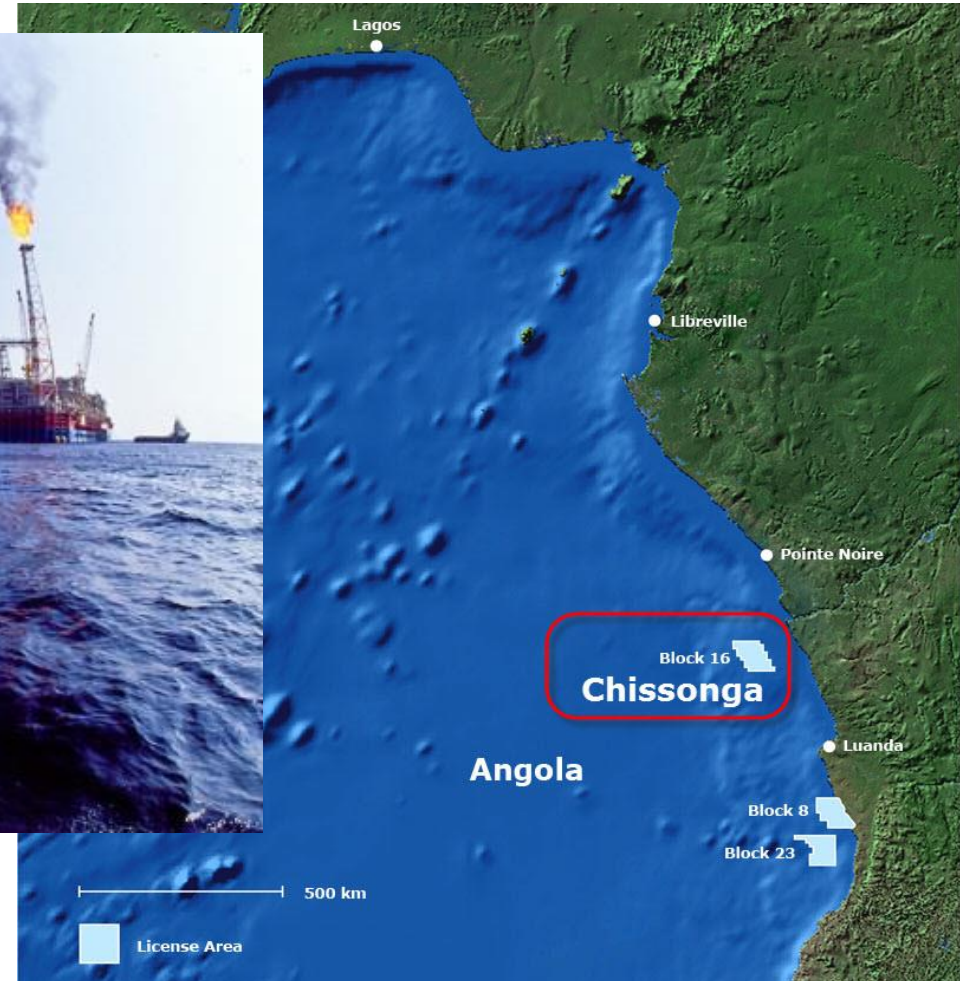
http://www.nov.com/fps_landing/products/submerged-turret-production.html

<http://www.sbmoffshore.com/what-we-do/our-products/turret-mooring-systems/>

Example: Mariner platform



Example: Chissonga TLWP Project



Example: Chissonga Project Schematic

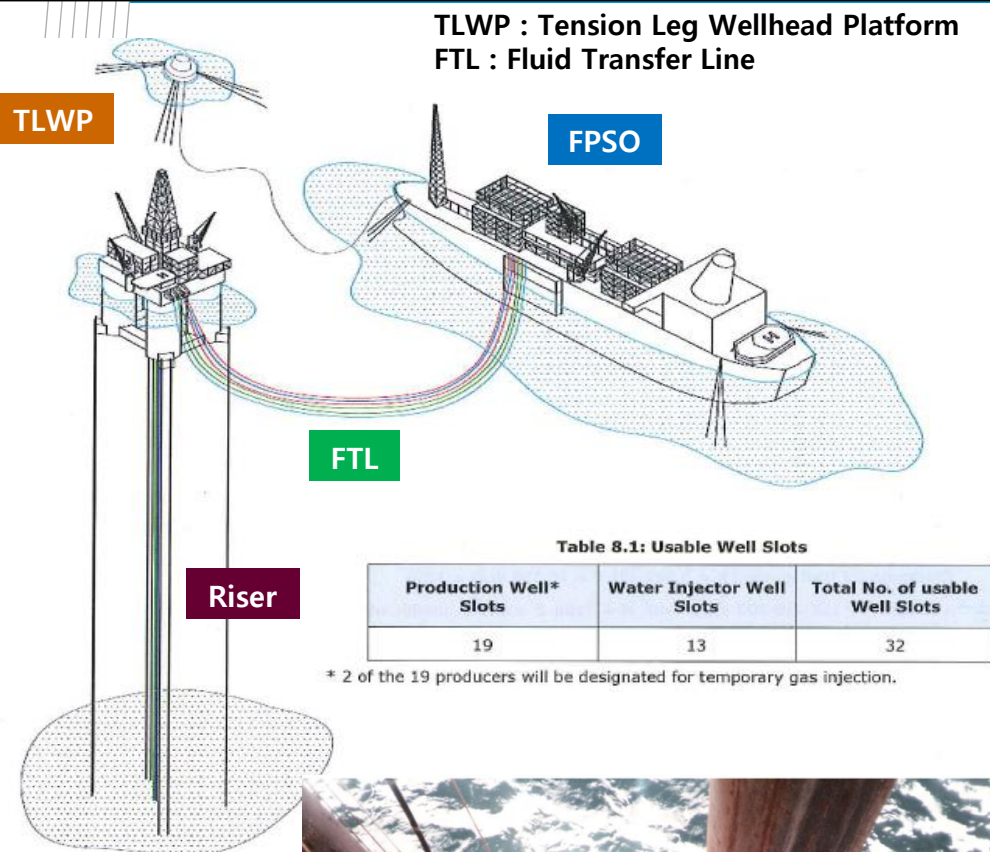
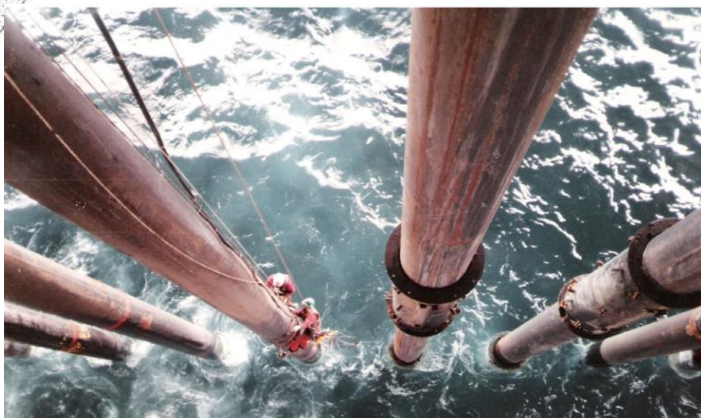
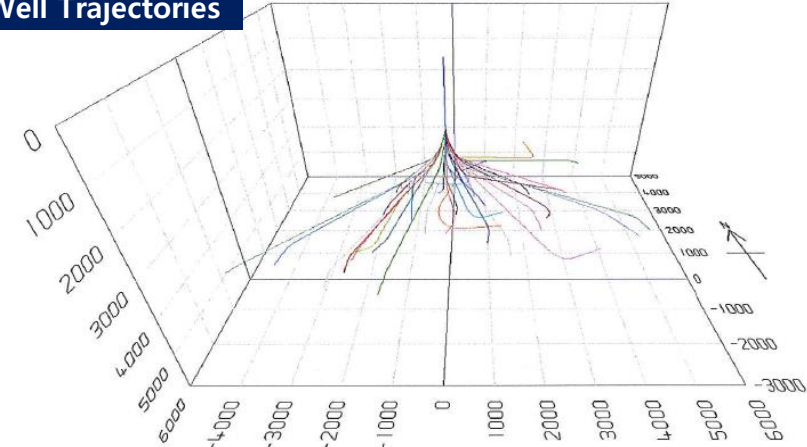


Table 8.1: Usable Well Slots

Production Well* Slots	Water Injector Well Slots	Total No. of usable Well Slots
19	13	32

* 2 of the 19 producers will be designated for temporary gas injection.

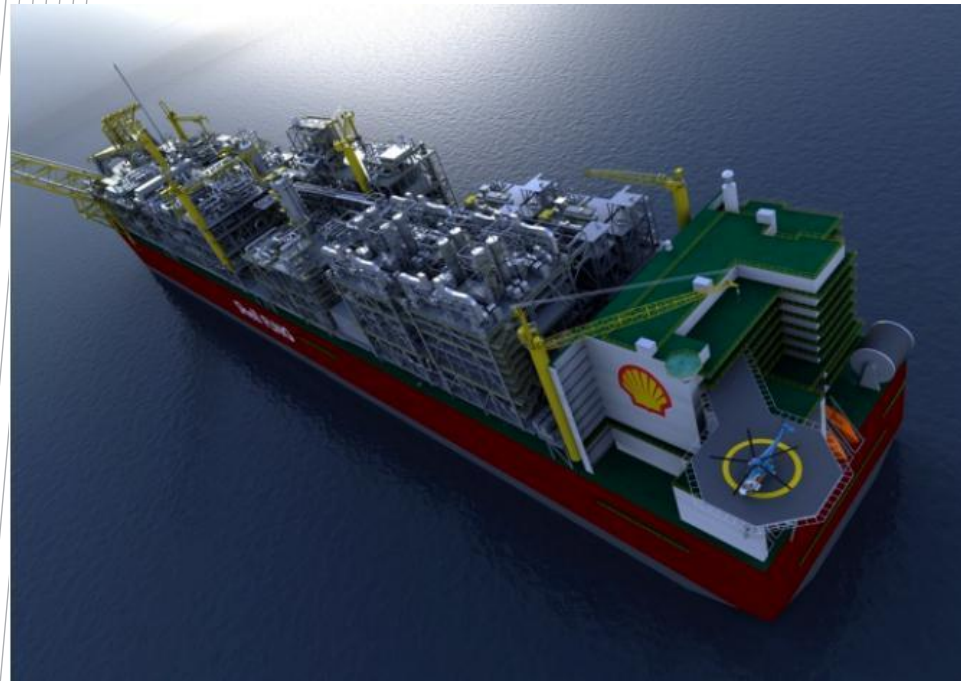
Well Trajectories



Example: Pazflor Oil-FPSO



Example: Prelude FLNG





Thank you!