



Statiske overvejelser ved anvendelse af skruepæle og svømmende terrændæk

V. Sidsel Juhlin

Hvem er jeg?

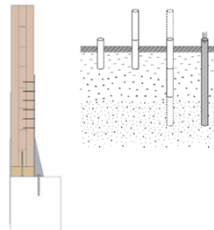


- Sidsel Juhlin
- Civilingeniør, Bygningskonstruktioner
- Afdelingsleder i Artelia
SJU@arteliagroup.dk

- 15 års erfaring inden for konstruktioner
- Bred erfaring med både beton, stål og trækonstruktioner
- Senere år mere og mere træbyggeri

Projekter

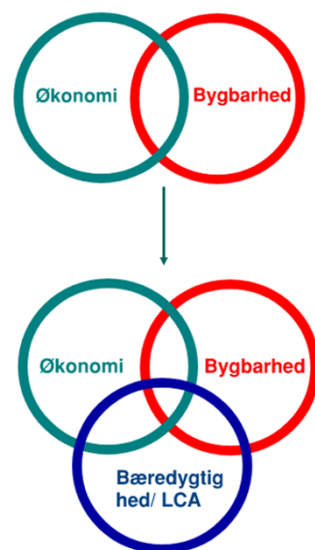
- Living Places – Relokation
- Kirkebjerg Søpark



SIDE 2

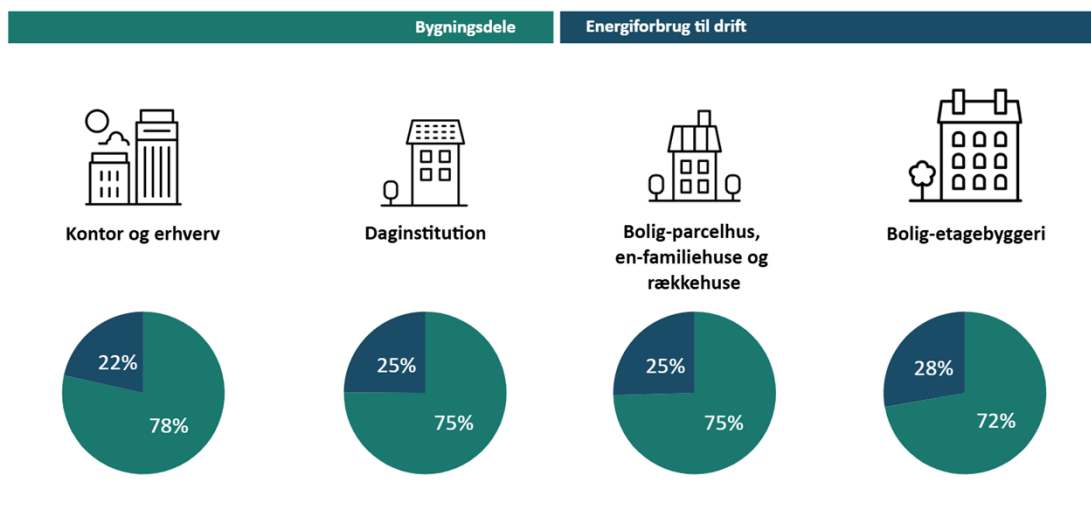
Dagsorden

- LCA indenfor konstruktioner → Kort indflyvning
- Statiske overvejelser
- Lette terrændæk
 - Selvbærende terrændæk
 - Svømmende terrændæk
 - Særlige opmærksomhedspunkter ved lette terrændæk
 - Eksempler på løsninger og benspænd
- Skruefundamenter
 - Forskellige typer af pæle
 - Forskellige typer skruefundamenter
 - Jordbundsforhold
 - Erfaringer, ansvar og normer
 - Dokumentation



SIDE 3

CO₂-ækv./m²/år fordelt på bygningsdele og energiforbrug til drift



SIDE 4



Optimering – Hvilke fag er involveret?



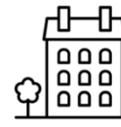
Kontor og erhverv



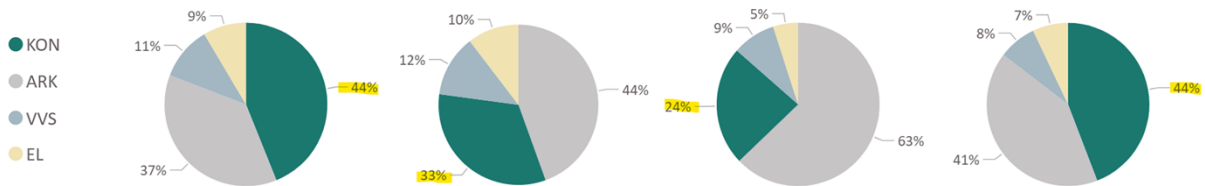
Daginstitution



Bolig-parcelhus,



Bolig-etagebyggeri



SIDE 5

CO2-ækv./m2/år fordelt på konstruktioner



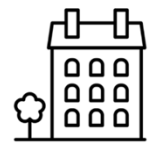
Kontor og erhverv



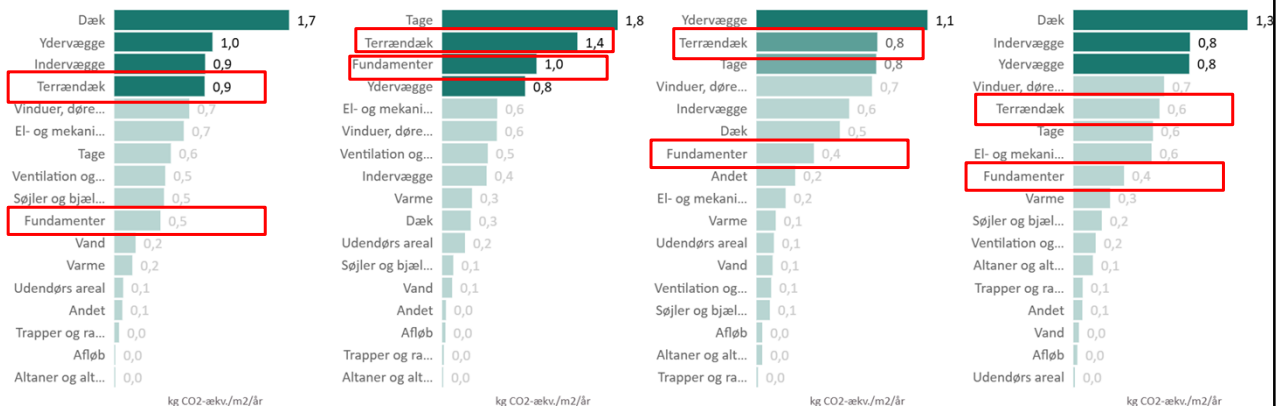
Daginstitution



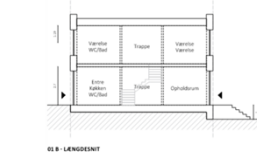
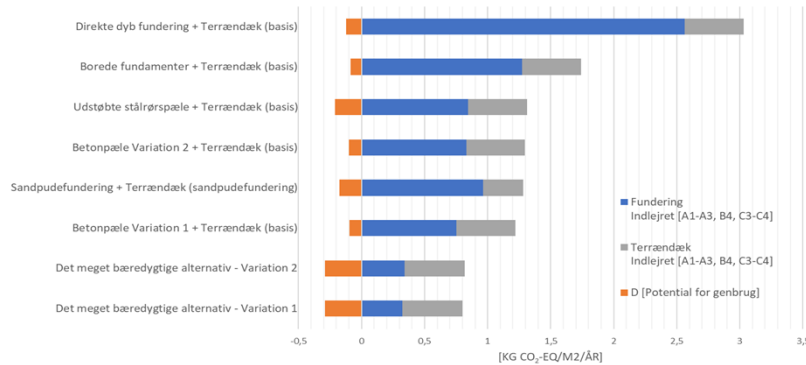
Bolig-parcelhus,



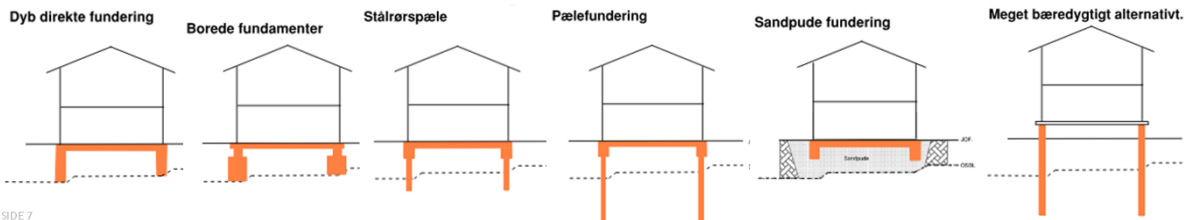
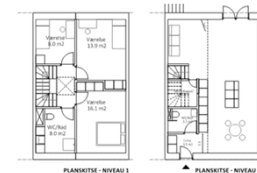
Bolig-etagebyggeri



Fundamenter og terrændæk



01 - LÅNDSNIT

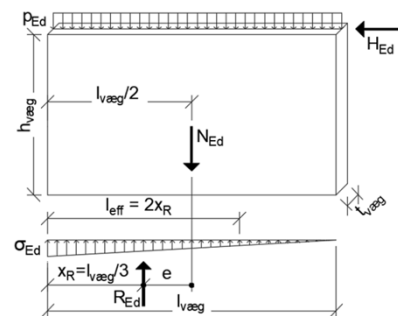


SIDE 7

Dagsorden



- LCA indenfor konstruktioner → Kort indflyvning
- Statiske overvejelser
- Lette terrændæk
 - Selvbærende terrændæk
 - Svømmende terrændæk
 - Særlige opmærksomhedspunkter ved lette terrændæk
 - Eksempler på løsninger og benspænd
- Skruefundamenter
 - Forskellige typer af pæle
 - Forskellige typer skruefundamenter
 - Jordbundsforhold
 - Erfaringer, ansvar og normer
 - Dokumentation



SIDE 8

Geometri og statik

- Lodrette- og vandrettelaster
- Byggesystemer
- Spændvidder
- Geometri
- Materialer
- Placering
- Anvendelse



SIDE 9

Cobot Hub, Odense



Cobot Hub, Odense

Laster på bygninger

- Lodrette laster
 - Egenlast
 - Nyttelast
 - Snelast
- Vandrette laster
 - Vindlast
 - Seismisk last
- Geometriske Imperfektioner
- Robusthedslaster
- Vibrationslaster
- Påkørselslaster



SIDE 10



Lastkombinationer

Last typer

- Permanente laster
- Variable laster
- Ulykkeslaster

Tabel A1.1 2-4 Regningsmæssige lastværdier for midlertidige- & vedvarende dimensioneringsstilfælde

Dimensioneringsstilfælde	Permanente laster				Variabel last	
	Ugunstige		Gunstige		Dominerende	Øvrige
Lastkombination	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand		
EQU og UPL	$K_{FI}Y_{Gj,sup}G_{kj,sup}$		$Y_{Gj,inf}G_{kj,inf}$		$K_{FI}Y_{Q,1}Q_{k,1}$	$K_{FI}Y_{Q,1}\Psi_{0,i}Q_{k,i}$
(formel 6.10)	$K_{FI}Y_{Gj,sup}$		$Y_{Gj,inf}$		$K_{FI}Y_{Q,1}$	$K_{FI}Y_{Q,1}\Psi_{0,i}$
1 (formel 6.10)	$1,1K_{FI}$	$1,1K_{FI}$	0,9	0,9	$1,5K_{FI}$	$1,5\Psi_{0,i}K_{FI}$
2 (formel 6.10b)	$1,0K_{FI}$	$1,05K_{FI}$	1,0	1,0	$1,5K_{FI}$	$1,5\Psi_{0,i}K_{FI}$
STR/ GEO	$K_{FI}Y_{Gj,sup}G_{kj,sup}$		$Y_{Gj,inf}G_{kj,inf}$		$K_{FI}Y_{Q,1}Q_{k,1}$	$K_{FI}Y_{Q,1}\Psi_{0,i}Q_{k,i}$
(formel 6.10a)	$K_{FI}Y_{Gj,sup}G_{kj,sup}$		$Y_{Gj,inf}G_{kj,inf}$		$K_{FI}Y_{Q,1}$	$K_{FI}Y_{Q,1}\Psi_{0,i}$
(formel 6.10b)	$K_{FI}Y_{Gj,sup}G_{kj,sup}$		$Y_{Gj,inf}$		$K_{FI}Y_{Q,1}$	$K_{FI}Y_{Q,1}\Psi_{0,i}$
1 (formel 6.10a)	$1,2K_{FI}$	1,0	1,0	1,0	-	-
2 (formel 6.10b)	$1,0K_{FI}$	1,0	0,9	1,0	$1,5K_{FI}$	$1,5\Psi_{0,i}K_{FI}$
3 (formel 6.10a)	1,2	1,0	1,0	1,0	-	-
4 (formel 6.10b)	1,0	1,0	0,9	1,0	1,5	$1,5\Psi_{0,i}$
5 (formel 6.10a)	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-
Konsekvensklasse CC3: $K_{FI} = 1,1$						
Konsekvensklasse CC2: $K_{FI} = 1,0$						
Konsekvensklasse CC1: $K_{FI} = 0,9$.						
CC1 anvendes ikke for geotekniske konstruktioner						

SIDE 11

Byggesystemer

Skivebyggeri = linjelaster



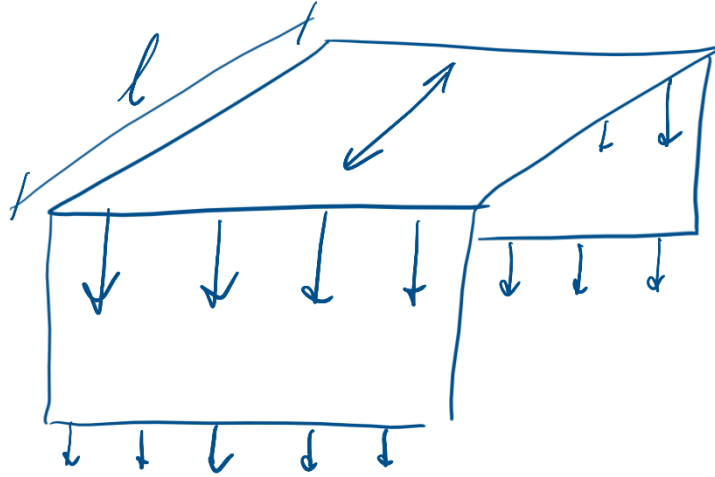
Knudsrækkerne, Århus Ø



Knudsrækkerne, Århus Ø

SIDE 12

Skivebyggerier – Lodret last på skiver



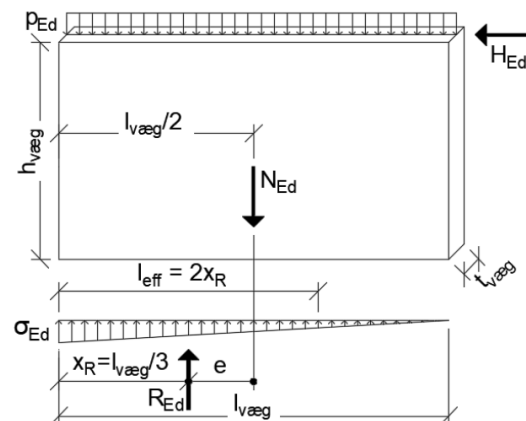
SIDE 13

Skivebyggerier – Vandret last på vægskiver



Trykzone under væg

- Øget last i enden af vægge
- Øget last lokalt til fundament



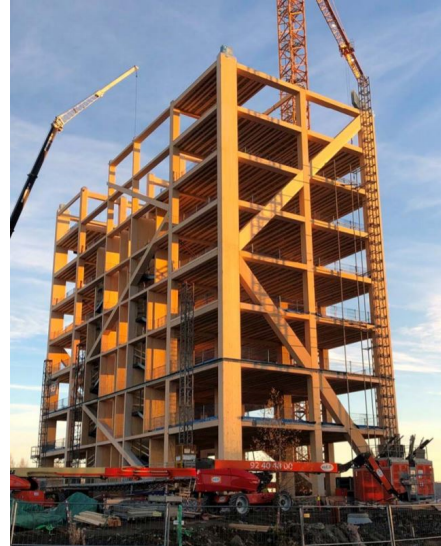
SIDE 14

Byggesystemer

Søjle/bjælkesystem = Punktlaster



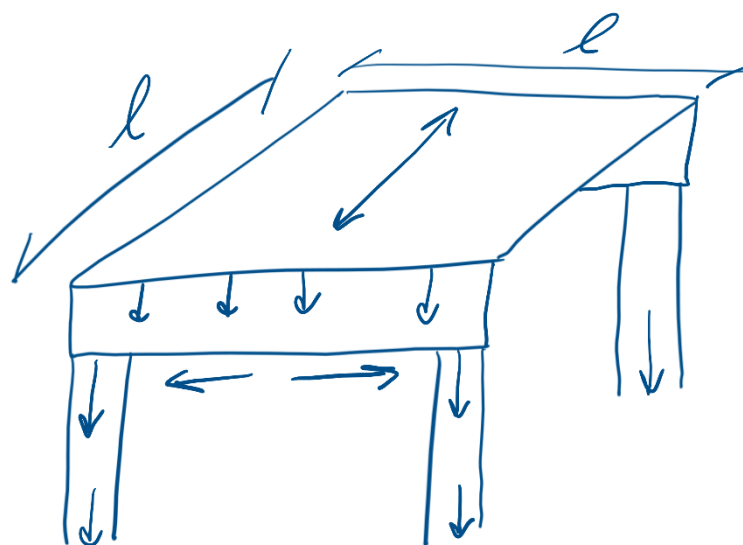
Cobot Hub, Odense



Mjøstårnet – Norge (moelven.com)

SIDE 15

Søjle/bjælkesystem – Lodret last på bjælke/søjle-system



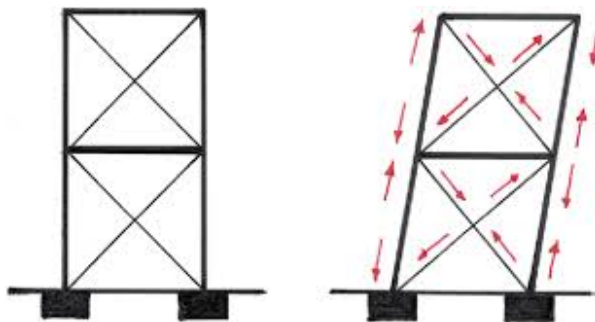
SIDE 16

Søjle/bjælkesystem – Vandret last på bjælke/søjle-system



Lastkoncentration i knuder

- Øget tryk i søjlefod i tryksiden
- Løft i søjlefod i træksiden



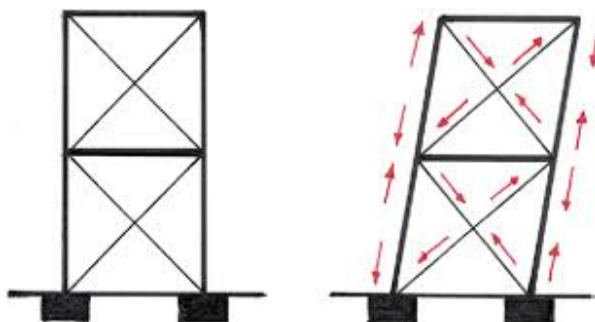
SIDE 17

Søjle/bjælkesystem – Vandret last på bjælke/søjle-system



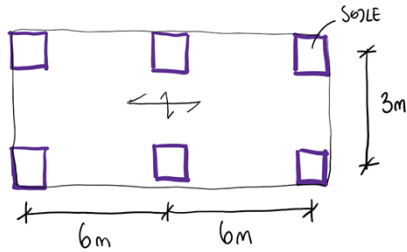
Lastkoncentration i knuder

- Øget tryk i søjlefod i tryksiden
- Løft i søjlefod i træksiden



SIDE 18

Byggesystemer - Paddehattedæk



WoodHub, Lerchesgade

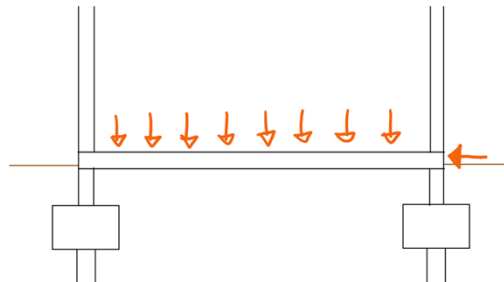
SIDE 19

Opsummering - Laster



- Laster på terrændæk
 - Lodretlast – egenvægt og nyttelast
 - Vandretlast – vind
 - Jordtryk ved forskellig jordoverflade

- Laster på fundamenter
 - Lodretlast – egenvægt, nyttelast, snelast, vindlast
 - Vandretlast – vind
 - Jordtryk ved forskellig jordoverflade

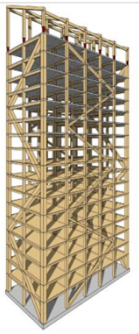


SIDE 20

Antal etager?

Afhænger af mange ting bl.a.:

- Jordens beskaffenhed
- Typen af fundering
- Valget af byggesystem
- Geometrien af bygningen



SIDE 21



Dagsorden

- LCA indenfor konstruktioner → Kort indflyvning
- Statiske overvejelser
- Lette terrændæk
 - Selvbærende terrændæk
 - Svømmende terrændæk
 - Særlige opmærksomhedspunkter ved lette terrændæk
 - Eksempler på løsninger og benspænd
- Skruefundamenter
 - Forskellige typer af pæle
 - Forskellige typer skruefundamenter
 - Jordbundsforhold
 - Erfaringer, ansvar og normer
 - Dokumentation



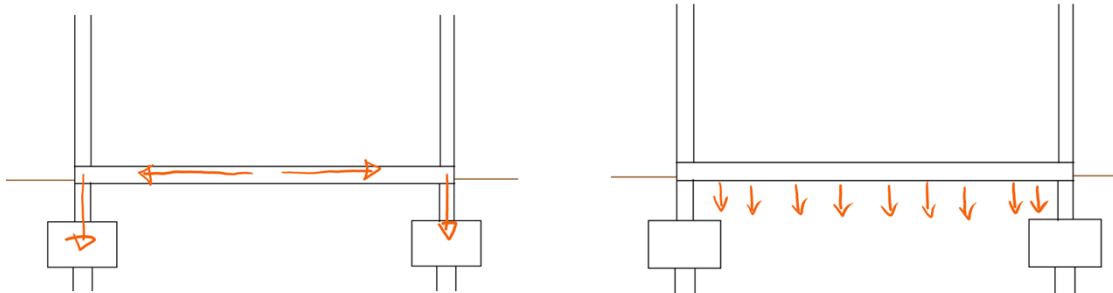
SIDE 22

Svømmende terrændæk vs. Selvbærende terrændæk



- Selvbærende

- Svømmende

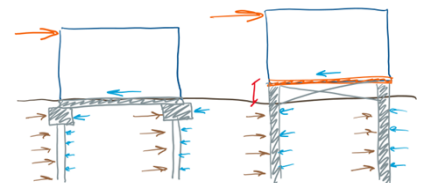
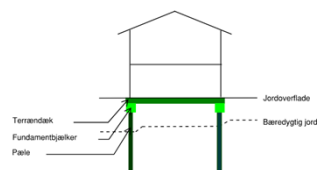


SIDE 23

Selvbærende terrændæk



- Bjælkelag
- Fungerer som kassetter eller træskelet
- Skivevirkning via plader eller kryds
- Vandrette laster til jord hvis hævet, evt. Indfør kryds



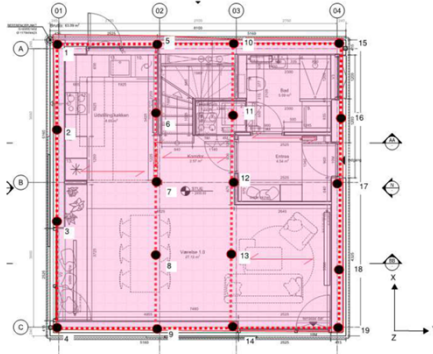
SIDE 24

Living Places – Jernbanebyen

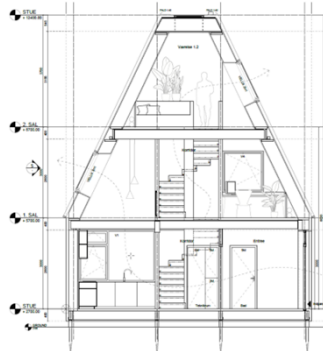
- Let selvbærende terrændæk
 - Bærende limtræsbjælker
 - Krydsfiner til skivevirkning
 - Samlinger med gennemgående bolte



ARTELIA



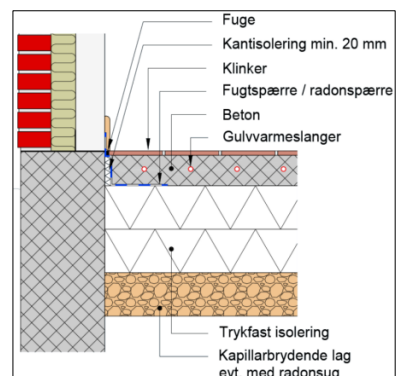
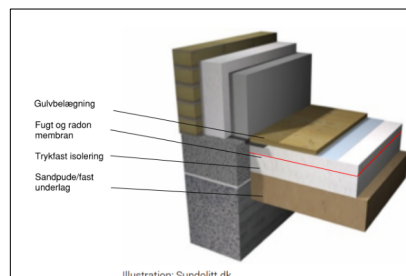
SIDE 25



Svømmende terrændæk

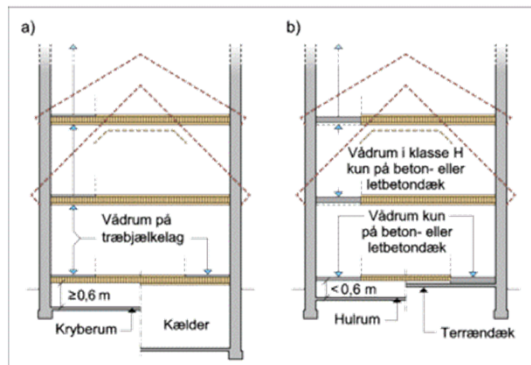
- Bæres direkte på bæredygtigt jord

ARTELIA



SIDE 26

OBS på placering af vådrum



a) På træbjælkelag må du kun lave vådrum, hvis underliggende rum – herunder kældre og kryberum – er tilgængelige og har en fri højde på mindst 0,6 m.

b) På terrændæk og over utilgængelige rum – herunder rum med en fri højde under 0,6 m, fx lave kryberum – skal du lave vådrum på beton- eller letbetondæk. Gulvene skal laves uden træ og træplader. Vådrum i klasse H skal i alle tilfælde laves på beton- eller letbetondæk.

SIDE 27

Hævede bygninger



Fordele:

- Biogene materialer i terrændæk
- Fremtidssikring ift. vand
- Radonsikring

Udfordringer:

- Vandret stabilitet
- Niveaufri adgang
- Installationer
- Øget Isolering under



SIDE 28

Dagsorden

- LCA indenfor konstruktioner → Kort indflyvning
- Statiske overvejelser
- Lette terrændæk
 - Selvbærende terrændæk
 - Svømmende terrændæk
 - Særlige opmærksomhedspunkter ved lette terrændæk
 - Eksempler på løsninger og benspænd
- Skruefundamenter
 - Forskellige typer af pæle
 - Forskellige typer skruefundamenter
 - Jordbundsforhold
 - Erfaringer, ansvar og normer
 - Dokumentation



SIDE 29

Skruefundamenter - Forskellige typer af pæle

- **Betonpæle**

Høj bæreevne lodret og vandret, piloteres(larm og rystelser)

Tolerancer, pæle knækker og kan ikke tages op

- **Borede brøndfundamenter**

Høj bæreevne, nem at udfører med alm. udstyr

- **Udstøbte stålørspæle**

mindre dimensioner og mindre bæreevner,

Gode til renovering stål og beton kan ikke

Genanvendes.

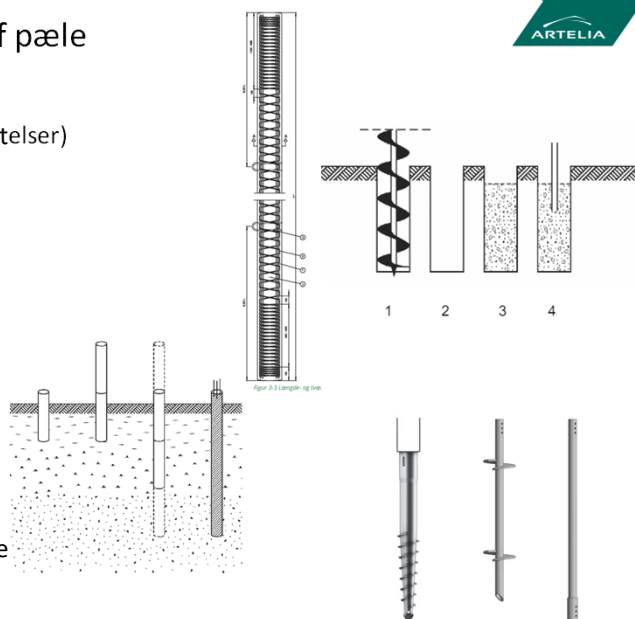
- **Skruepæle**

Kræver prøvning, kræver præcision i udførsel

Har lille vandret bæreevne, skråpæle er tit nødvendige

Kan ikke udføres i omrørt jord, Store krav til udførslen

Svær at dokumenterer



SIDE 30

Skruefundamenter - Forskellige typer skruefundamenter



- Der findes forskellige typer af skruefundamenter på markedet
 - Helisk-pæle med påsvejsede, spiralformede bærende skiver til bæreevne i dybden
 - Jordskruer, med en bredere skrueform for hurtig installation og lavere belastning



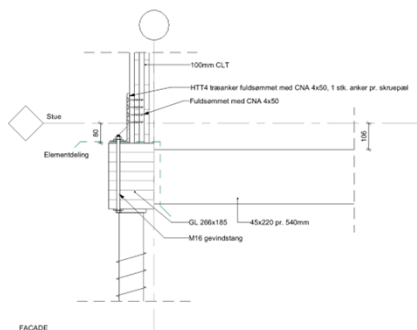
SIDE 31



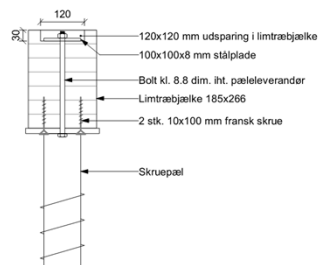
Skruefundamenter – Jordbundsforhold



- Altid koordiner med geotekniker fra start til slut
- Sørg for at laster kan føres ned til pæle → Statisk system
- Mulighed for genanvendelse af skruepæle



FACADE



SIDE 32

Skruefundamenter – Erfaringer, ansvar, normer og Krav



- Levetid, hvordan sikres levetid
- Geotekniske forhold
- Korrekt installation – Undgå at løsne omgivende jord
- Korrosionsbeskyttelse
- Type af skruepæle
- Ansvarsfordeling og grænseflader
- Forsikringsforhold / Normdækning
- Dokumenteres vha. prøvning – Antal test skruer



SIDE 33

Skruepæle - Dokumentation



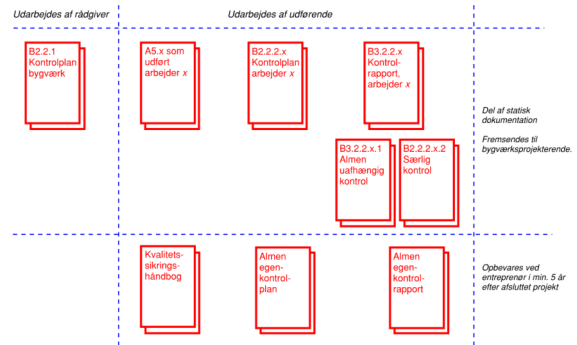
Bygværksprojekterende		Afsnitsprojekterende		Udførende		Tredjepartskontrollant	
A Konstruktionsdokumentation							
A1	A1.1	Konstruktionsgrundlag Bygværk	A1.2.x	Konstruktionsgrundlag Konstruktionsafsnit			
A2	A2.1	Statiske Beregninger Bygværk	A2.2.x	Statiske Beregninger Konstruktionsafsnit			
A3	A3.1	Konstruktionstegninger & Modeller Bygværk	A3.2.x	Konstruktionstegninger & Modeller Konstruktionsafsnit			
A4	A4.1	Konstruktionsændringer Bygværk	A4.2.x	Konstruktionsændringer Konstruktionsafsnit			
A5					A5.y	Konstruktion som udført Arbejde	
B Projektdokumentation							
B1	B1.1	Statisk Projektredagelse Bygværk	B1.2.x	Statisk Projektredagelse Konstruktionsafsnit			
B2.1	B2.1.1	Statisk Kontrolplan - Projektering Bygværk	B2.1.2.x	Statisk Kontrolplan - Projektering Konstruktionsafsnit			B2.1.3 Statisk Kontrolplan - Projektering Tredjepart
B2.2	B2.2.1	Statisk Kontrolplan - Udførelse Bygværk			B2.2.2.y	Statisk Kontrolplan - Udførelse Arbejde	B2.2.3 Statisk Kontrolplan - Udførelse Tredjepart
B3.1	B3.1.1	Statisk Kontrolrapport - Projektering Bygværk	B3.1.2.x	Statisk Kontrolrapport - Projektering Konstruktionsafsnit			B3.1.3 Statisk Kontrolrapport - Projektering Tredjepart
B3.2					B3.2.2.y	Statisk Kontrolrapport - Udførelse Arbejde	B3.2.3 Statisk Kontrolrapport - Udførelse Tredjepart

SIDE 34

Skruepæle – Dokumentation → Sluterkklæring / Ibrugtagning



- Statisk dokumentation - Afsnits projekterende jf. SBI 271
 - A1.2.X - Konstruktionsgrundlag- Skruerpæle
 - A2.2.X – Statiske beregninger - Skruerpæle
 - A3.2.X - Konstruktionstegninger og modeller – Skruerpæle
 - A4.2.X – Konstruktionsændringer – Skruerpæle
 - B1.2.X – Statisk projektredegørelse – Skruerpæle
 - B2.1.2.X – Statisk kontrolplan, Projektering - Skruerpæle
 - B3.2.3.X – Statisk kontrolrapport, Projektering - Skruerpæle
- Udførelsesdokumentation DS1140
 - B2.2.2.X – Statisk kontrolplan, udførelse
 - B2.2.3.X – Statisk kontrolrapport, udførelse
 - A5.X Konstruktioner so, udført



Dokumentation fra udførende, samt hvordan den skal opbevares

SIDE 35

Spørgsmål ?



SIDE 36