

Introduktion til mobiltelefonteknik

Mads Pedersen

mads@oz6hr.dk

OZ6HR

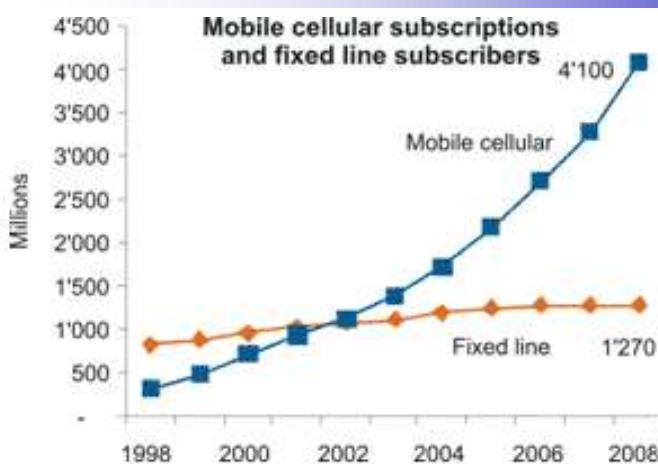
7. februar 2011

OZ6HR

1



Antal abonnementer

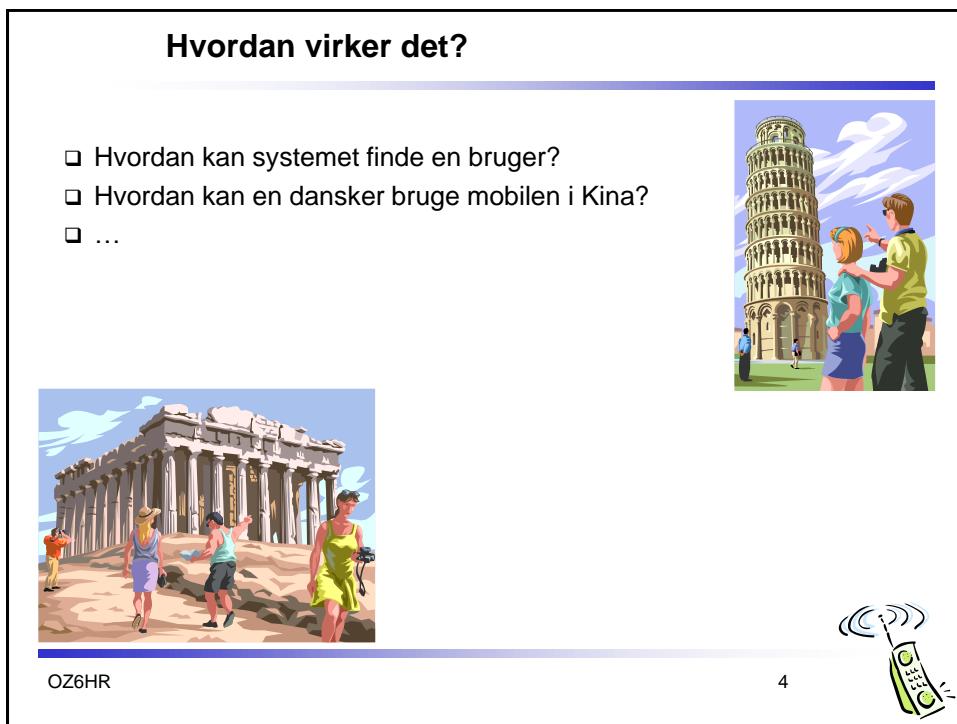
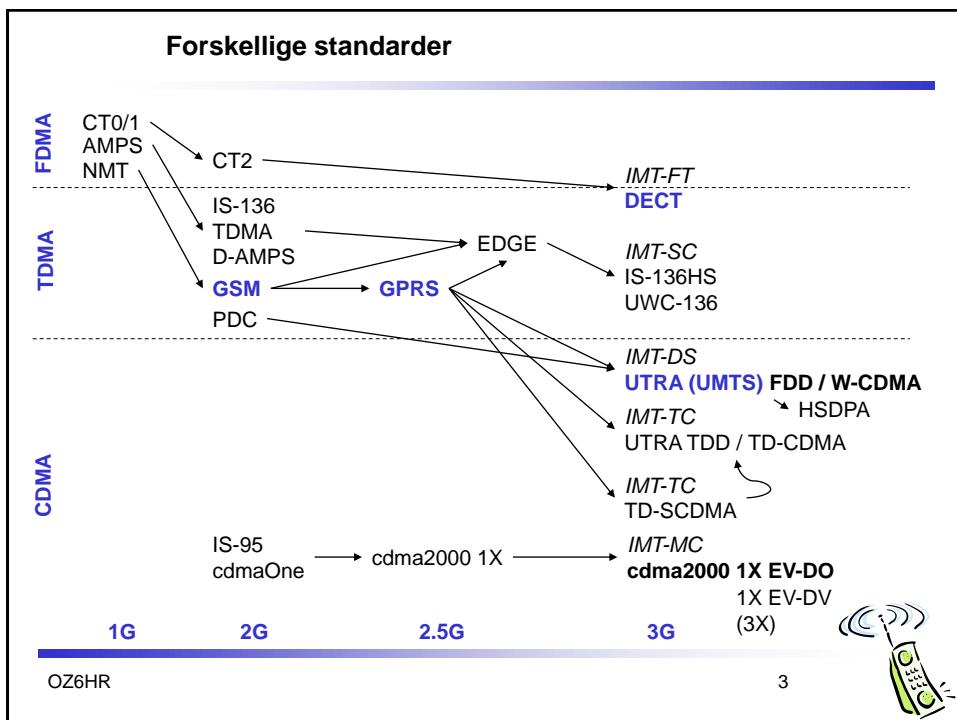


http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2009/material/IDI2009_w5.pdf

OZ6HR

2





GSM: Generelt

GSM

- Førhen: Groupe Spéciale Mobile (grundlagt i 1982)
- Nu: Global System for Mobile Communication
- Samtidig introduktion af de essentielle services i tre faser (1991, 1994, 1996) af de europæiske mobiltelefonudbydere
 - *roaming* inden for Europa mulig
- I dag er der mange udbydere over hele verden (**mere end 200 lande** i Asien, Afrika, Europa, Australien, Amerika)



OZ6HR

5

Karakteristik af GSM

- Kommunikation
 - Mobil, trådløs kommunikation; support for tale og data services
- Mobilitet
 - Virker internationalt, forskellige udbydere
 - Ét nummer, netværket håndterer hvor man befinder sig
- Høj kapacitet
 - God frekvens-effektivitet, små celler, flere brugere per celle
- Høj transmissionskvalitet
 - Høj lydkvalitet
 - Uafbrudte telefonkald selv ved høje hastigheder (f.eks. fra biler, toge mv.)
- Sikkerhed
 - “*Adgangskontrol*”, autentifikation via SIM-kort og PIN



OZ6HR

6

Ulemper ved GSM

- Ingen "end-to-end" kryptering af data
- Misbrug af private data er muligt
- Reduceret koncentration under kørsel
- Elektromagnetisk udbredelse (helbredsproblemer, kræft?)

OZ6HR

7



Ingredienser 1: Mobiltelefoner, PDA'er mv.



OZ6HR

8



Ingredienser 1: SIM-kort: Subscriber Identity Module



- Indeholder en microprocessor chip
- Typisk 16 - 64 kB hukommelse
- Gemmer brugerparametre:
 - PIN-kode, PUK-kode, telefonnummer etc.
 - Telefonbog
 - Tekstbeskeder
 - Mv.

OZ6HR

9



Ingredienser 2: Antenner



Stadig synlig – skaber diskussioner...



OZ6HR

10



Ingredienser 3: Infrastruktur 1



Base Stations



Microwave links



Kabling



OZ6HR

11



Ingredienser 3: Infrastruktur 2



Switching units



Administratration

Databaser



Monitoring

Ikke „synlige“, men er faktisk den største del af netværket (også økonomisk)

OZ6HR

12



GSM i Danmark

Operatører i Denmark:

- TDC (+3G)
- Telia (+3G)
- Telenor (+3G)
- 3 (3G)



Andre lande:

<http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/index.shtml>

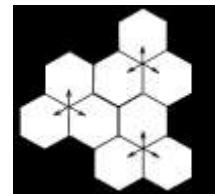
OZ6HR

13



Celleopbyggede netværk

- Område delt ind i celler (hexagoner)
 - makroceller
 - mikroceller
(sektorisede antenner)
- Udbredelse af signalerne
 - 1-20 km (makroceller)
 - transmission power: 1-10 W
 - 0.1-1 km (mikroceller)
 - transmission power: 0.1-1 W



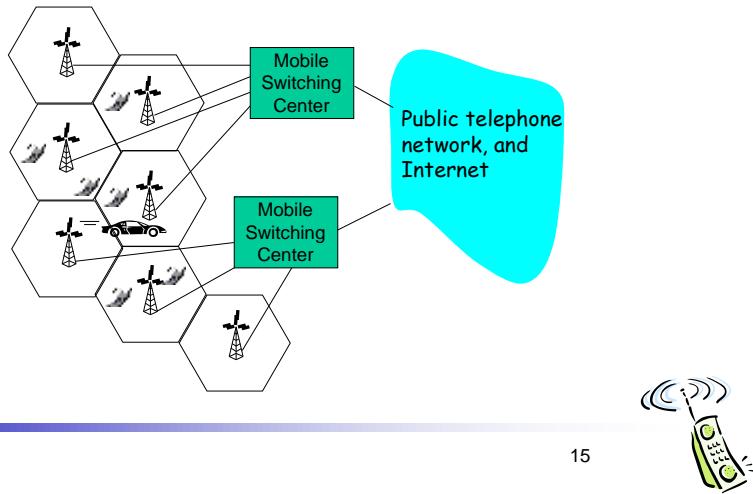
OZ6HR

14



Celleopbyggede netværk

- ❑ Celler, hver med en base station (den trådløse dele)
- ❑ Mobiltelefoner kommunikerer kun via basestationen



OZ6HR

15

Celler

Mikroceller:

- ❑ Kortet viser, hvor et bestemt område bedst er serviceret af en bestemt antenné

Distance mellem antenner:

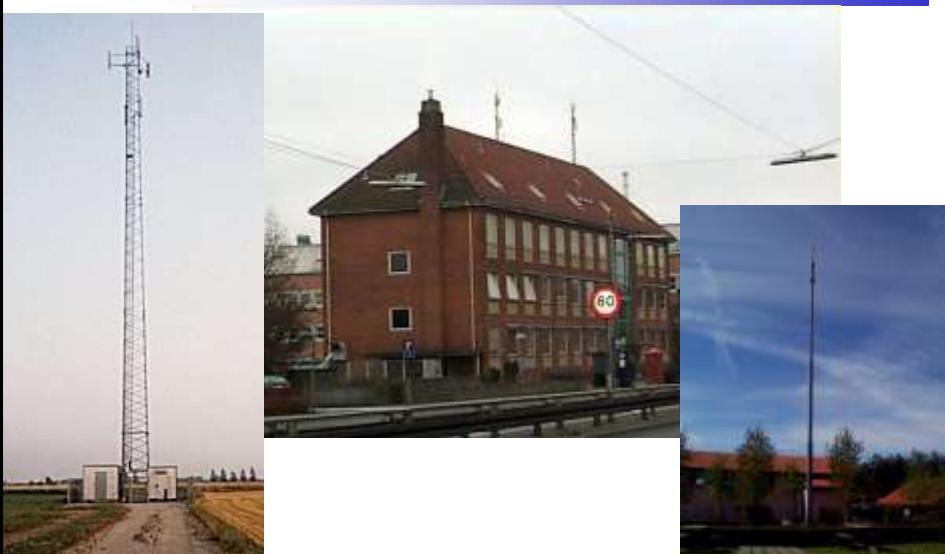
- ❑ 700 - 1000 m



OZ6HR

16

Antenner på basestationen



OZ6HR

17



Cellestruktur

- Fordele ved cellestrukturer:
 - højere kapacitet, højere antal brugere
 - mindre strøm end hvis man skulle kommunikere over store afstande
 - mere robust, decentralt (én antennen kan gå i stykker, resten virker stadig)
 - basestation beskæftiger sig med forstyrrelser, sendeområde mv. lokalt
- Problemer:
 - faste net er nødvendige for basisstationer
 - overdragelse (skift fra én celle til en anden) er nødvendig
 - interferens med andre celler
- Cellestørrelser
 - fra omkring 100 m i byer, fx 35 km på landet

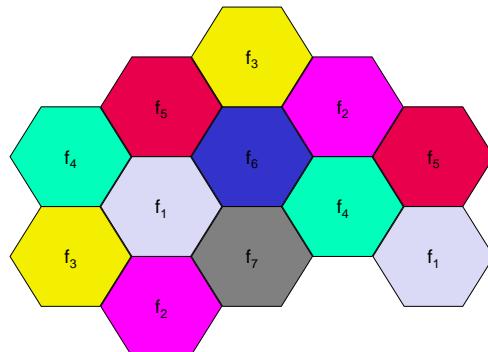
OZ6HR

18



Frekvensplanlægning

Genbrug kun med en vis afstand mellem basestationer
Standard model med 7 frekvenser:



OZ6HR

19

Arkitekturen af GSM-systemet

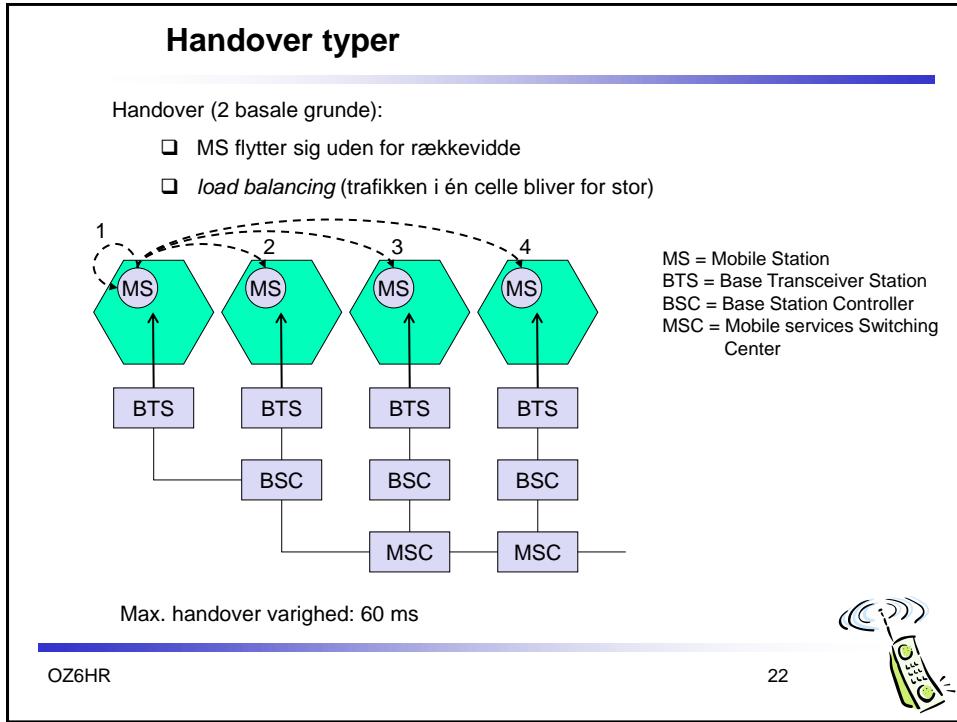
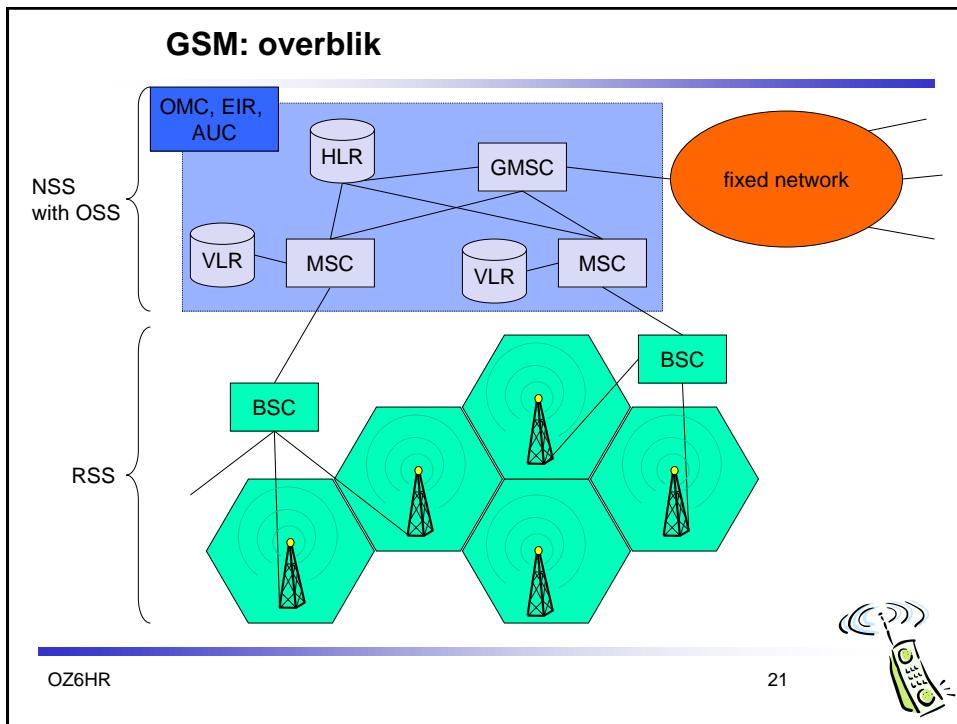
GSM er en PLMN (Public Land Mobile Network)

- Komponenter
 - MS (mobile station)
 - BS (base station)
 - MSC (mobile switching center)
 - LR (location register)
- Subsystemer
 - RSS (radio subsystem): håndterer radioaspekter
 - NSS (network and switching subsystem): call forwarding, handover, switching
 - OSS (operation subsystem): administration af netværket

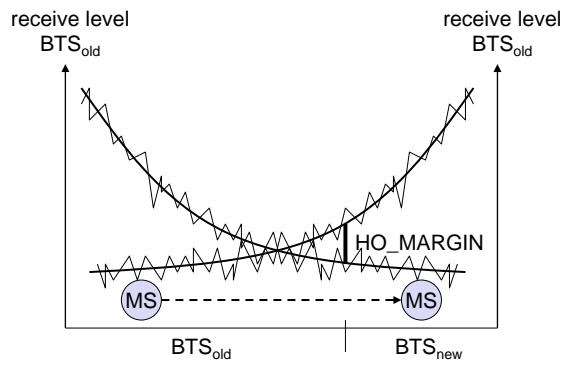


OZ6HR

20



Handover beslutning



MS sender målerapporter hvert ½ sekund:

- kvaliteten af aktuelt link
- kvalitet af naboceller

Flytter sig højest: $250 \text{ km/t} \Rightarrow \frac{1}{2} * 250000 / (60 * 60) \text{ m} \approx 35 \text{ m per } \frac{1}{2} \text{ sec}$

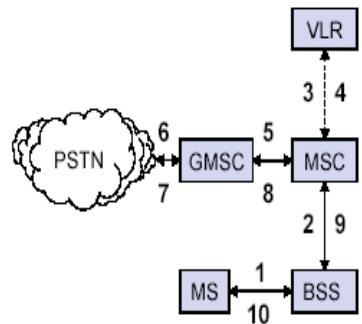
OZ6HR

23



Udgående kald fra en mobiltelefon

- 1 MS sender det kaldte nummer til BSS
- 2 BSS sender det kaldte nummer til MSC
- 3,4 MSC tjekker VLR om MS er godkendt til den ønskede service. Hvis ok, MSC spørger BSS om at finde ressourcer til kaldet.
- 5 MSC "router" kaldet til GMSC
- 6 GMSC "router" kaldet til det lokale netværk
- 7,8
- 9,10 Svar tilbage ("ring back") tone bliver "routet" fra den kaldende bruger til MS via GMSC, MSC, BSS



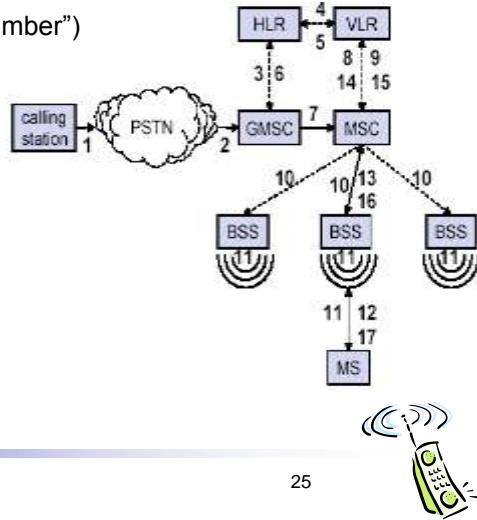
OZ6HR

24



Indkommende kald til en mobiltelefon

- 1 Ringer til en GSM-bruger
- 2 Forwarding af kaldet til GMSC
- 3 Signal-setup til HLR
- 4,5 Får fat i MSRN ("roaming number") fra VLR
- 6 Forward af kaldet til GMSC
- 7 Forward af kaldet til MSC
- 8,9 Få aktuel status af MS
- 10,11 "Paging" af MS
- 12,13 MS svarer tilbage
- 14,15 Sikkerhedstjek
- 16,17 Kaldet etableres



OZ6HR

25

Fremitiden for GSM

- ❖ 2. generation
 - ❑ GSM -9.6 kbps (datahastighed)
- ❖ 2.5 generation
 - ❑ HSCSD (High Speed Circuit Switched data)
 - > Datahastighed: 76.8 kbps (9.6 x 8 kbps)
 - ❑ GPRS (General Packet Radio Service)
 - > Datahastighed: 115.2 kbps
 - ❑ EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution)
 - > Datahastighed: 547.2 kbps (max)
- ❖ 3. generation
 - ❑ W-CDMA (Wide band CDMA) - UMTS
 - > Datahastighed: 7.2 Mbps (i fremtiden endnu højere)
- ❖ 4. generation
 - ❑ LTE/WiMax
 - > Datahastighed: ? (høj ☺)

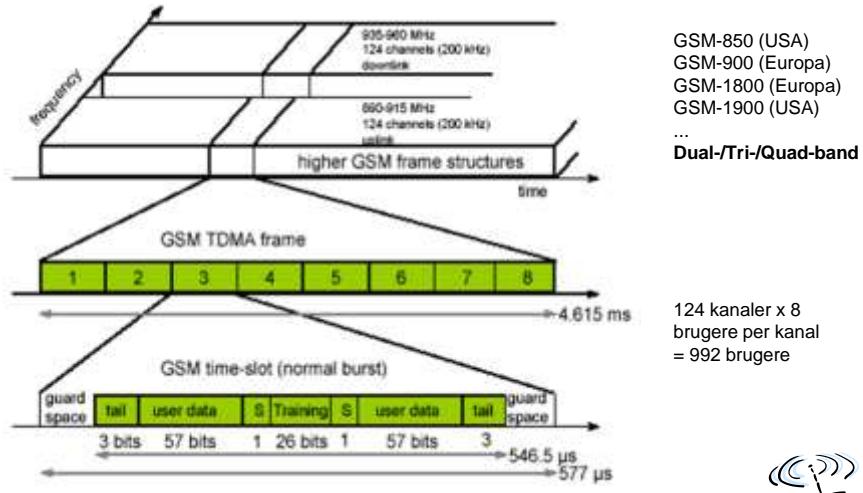
OZ6HR

26



GSM Frame-struktur

- GSM bruger TDMA (Time Division Multiple Access)



OZ6HR

27



Sikkerhed

- Designet med en "moderat" grad af sikkerhed
- Sikkerhedstjenester
 - Adgangskontrol / autentifikation
 - Bruge ↔ SIM-kort (Subscriber Identity Module): Hemmelig PIN-kode (personal identification number)
 - SIM ↔ netværk: "Challenge response method"
 - Fortrolighed
 - Stemme og data krypteres på den trådløse forbindelse (efter man er godkendt)
 - Anonymitet
 - Midlertidig identitet: TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity)
 - Tildelt for hver lokalitet (location update, LUP)
 - Krypteret transmission
- Svagheder er fundet, muligt at bryde krypteringen
 - Man skal være i nærheden af mobiltelefonen og være til stede i starten af opkaldet – og så efterfølgende bryde krypteringen.
Teoretisk muligt, men ikke i praksis...

OZ6HR

28



Alternativ til GSM (data)

- ❖ Net-1
- ❖ Mobilt bredbånd
- ❖ NMT-baseret (450 MHz).
 - ❖ 10 gange længere rækkevidde (også ud på vandet)
- ❖ Dækker Danmark, Norge og Sverige
- ❖ Frit forbrug
- ❖ Op til 2 Mbps
- ❖ www.net-1.dk



OZ6HR

29

Links

- Wikipedia – GSM
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Gsm> <http://da.wikipedia.org/wiki/GSM>
- Wikipedia – GPRS
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Gprs> <http://da.wikipedia.org/wiki/GPRS>
- Wikipedia – UMTS
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Umts> <http://da.wikipedia.org/wiki/UMTS>
- Standarder
 - http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_mobile_phone_standards

OZ6HR

30

