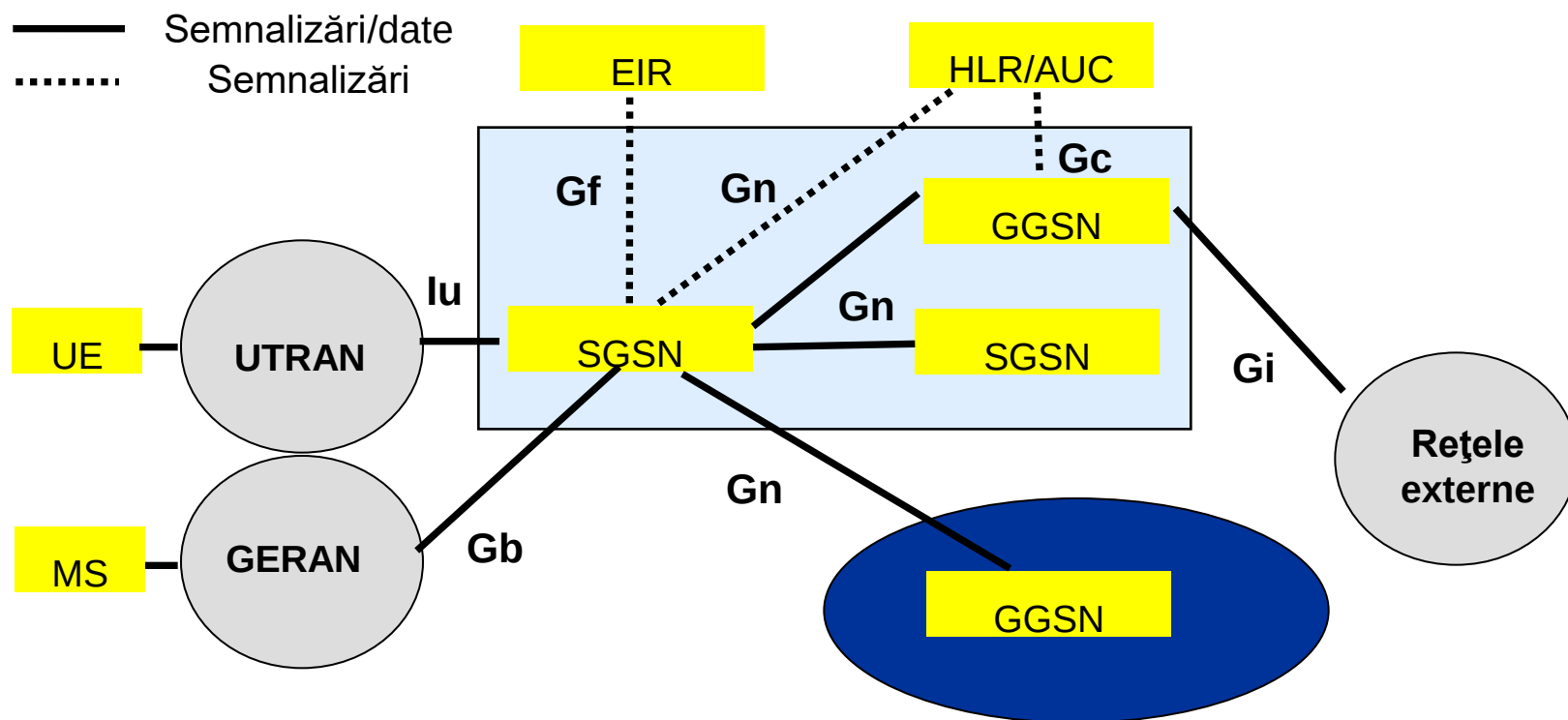


5. Rețeaua nucleu cu comutație de pachete (CN-PS). Protocoloale/ proceduri de semnalizare și de transmisiune

5.1 Arhitectură Cn-PS Release 3 și 4

- arhitectura rețelei nucleu Release 3 și 4 cu comutație de pachete UMTS (CN-PS) este cea moștenită din GPRS



SGSN- Serving GPRS Support Node

Funcții principale:

- autentificare – pe baza informațiilor din HLR
- negociere profil QoS pentru un anumit serviciu
- gestiunea mobilității stației mobile pentru servicii cu comutație de pachete
- rutarea pachetelor dinspre UE/MS către un anumit GGSN
- stabilirea de contexte PDP cu un anumit GGSN, inițierea de comenzi pentru stabilire RAB în UTRAN
- **tunelarea pachetelor** – încapsularea transparentă a pachetelor într-un alt format pentru a putea fi transmise între 2 echipamente
- **în UMTS tunelarea pachetelor are loc și pe legătura SGSN - RNC**

GGSN- Gateway GPRS Support Node

Funcții principale:

- funcții de rutare IP pentru pachetele transmise între SGSN-ul curent al stației mobile și rețelele exterioare
- alocarea de adrese PDP pentru o stație mobilă prin intermediul unui server DHCP
- implementează funcții de interogare a HLR pentru aflarea SGSN-ului curent al stației mobile
- menține tabele pentru stațiile mobile având conexiuni active: IMSI, NSAPI, adresa IP a SGSN-ului curent
- funcții NAT (Network Address Translation) pentru adrese IP private

5.2 Contexte PDP

- PDP – Packet Data Protocol – definit similar cu GPRS
- un context PDP = informații necesare rețelei pentru a permite să transfere pachete de date ce provin sau sunt destinate unei anumite adrese PDP. Informațiile incluse într-un context PDP sunt:
 - **adresă PDP** = adresă IP alocată din spațiul de adrese al operatorului mobil
 - informații QoS – profile QoS subscrise, negociate, cerute de stația mobilă
 - identificator de tunele PS și SGSN – RNC
 - APN – Access Point Name – identificator al unui GGSN, adresa IP a GGSN este determinată prin intermediul unui server DNS
- pentru ca o stație mobilă să poată transfera date cu o rețea externă un context PDP trebuie să fi fost activat în prealabil

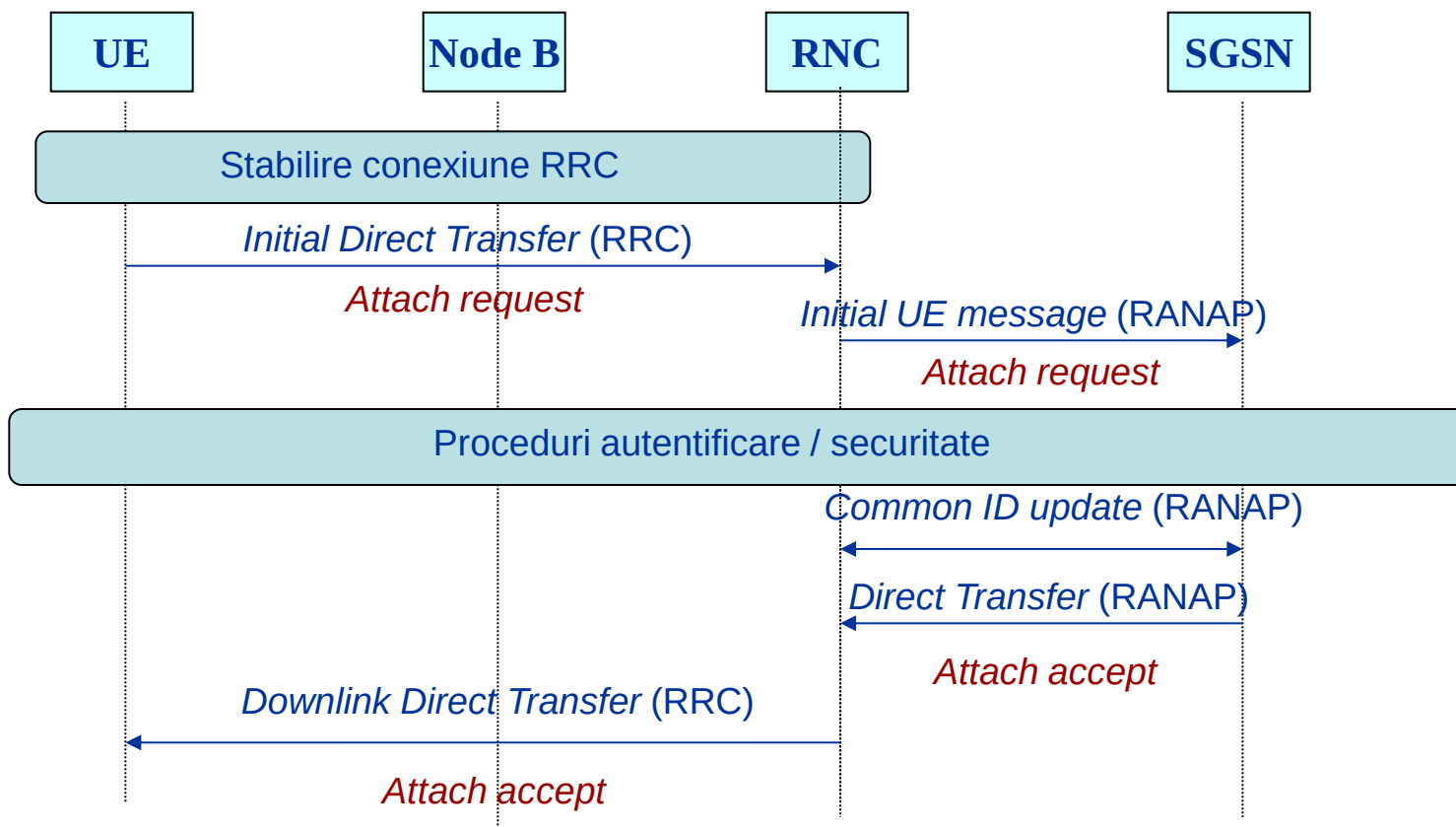
5.3 Etapele necesare stabilirii unui serviciu cu rețeaua nucleu CN-PS

- a) Atașare PS
- b) Activare context PDP
- c) *Înregistrare IMS (doar pentru Release 5)*

Atașare PS

- procedura are loc între UE și SGSN-ul ce gestionează RNC-ul curent al stației mobile
- pentru a comunica cu rețeaua nucleu, stația mobilă inițiază proceduri de stabilire a unei conexiuni RRC și de stabilire a unui serviciu de transport semnalizări pe interfața Iu
- schimbul de mesaje dintre UE și SGSN pentru o atașare la rețeaua nucleu PS este similară cu cea descrisă în cursurile anterioare pentru atașare GPRS

- suportul pentru transferul mesajelor NAS este oferit de serviciile de transport semnalizări (SRB- interfața Um, conexiuni RANAP/SCCP – interfața Iu)



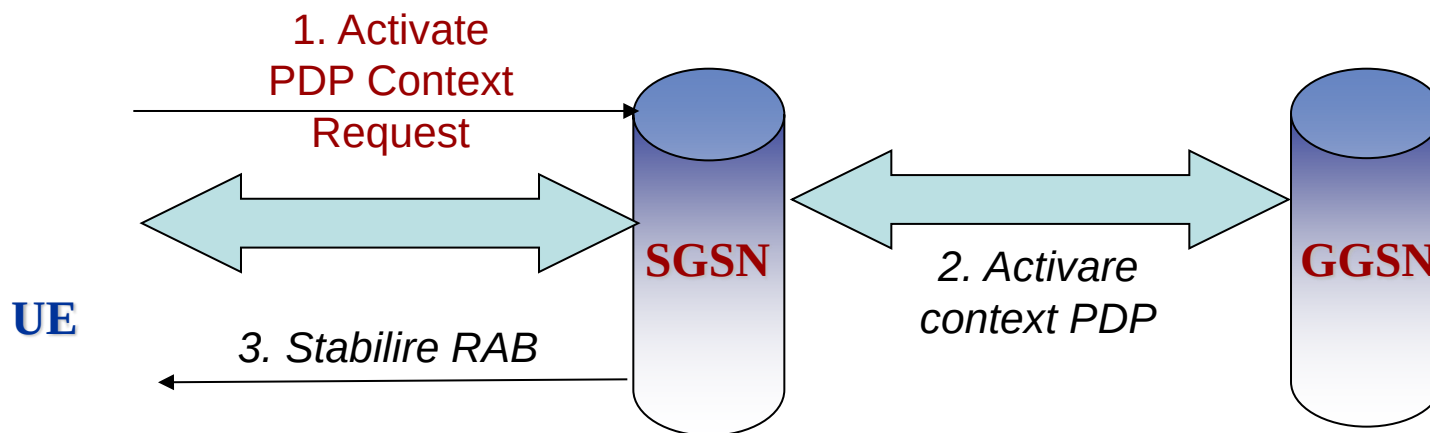
1. **Stabilire conexiune RRC**- stația mobilă devine cunoscută la nivel UTRAN, transferul mesajelor NAS pe interfața radio se face pe SRB3;
2. Mesajul **Attach Request** este inițiat de stratul NAS din stația mobilă și transportat transparent pe segmentul UE-NodeB-RNC într-un mesaj RRC de tip **Initial Direct Transfer**. Mesajul include aceiași parametri ca în GPRS (PTMSI, RAI vechi);
3. RRC stabilește un serviciu de transport semnalizări pe interfața Iu cu SGSN (o conexiune RANAP/SCCP) și transmite mesajul GPRS transparent printr-un mesaj RANAP de tip **Initial UE message** ;
4. La nivel SGSN au loc proceduri de stabilire a identității reale a abonatului (IMSI) prin dialog cu vechiul SGSN sau cu HLR, similar cu procedura descrisă pentru atașare GPRS;
5. Identitatea IMSI a abonatului este transferată la nivel RNC prin mesaje RANAP **Common ID update**; identificatorul IMSI este necesar pentru eventuale proceduri de paging ulterioare și pentru tunelare SGSN-RNC

6.7 Mesajul **Attach accept** este inițiat de către SGSN ca urmare a unei proceduri de autentificare realizate cu succes; mesajul este transferat transparent pe interfețele Iu, Iub și Uu prin mesaje dedicate RANAP și RRC, pe canale comune pe interfața radio (FACH). Mesajul include (opțional) un nou PTMSI.

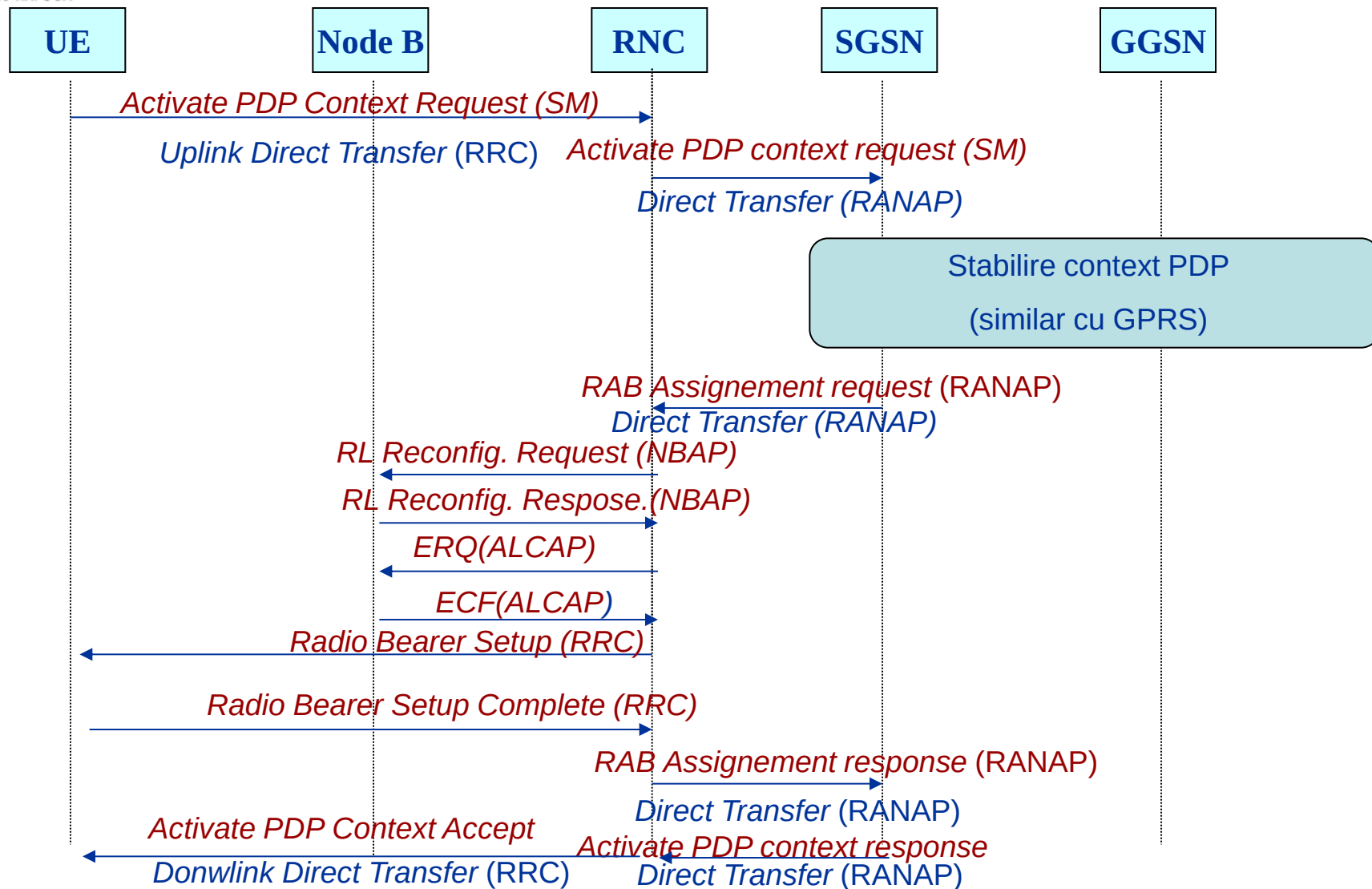
8... stația mobilă trebuie să inițieze o procedură de activare a unui context PDP pentru a putea transfera date prin intermediul GGSN.

Activare context PDP

- este efectuată după atașarea GPRS
- o activare cu succes a unui context PDP va declanșa procedura de stabilire a unui serviciu de transport pentru accesul radio RAB prin schimbul de mesaje RANAP și RRC; acesta este identificat la nivel RNC printr-un identificator: **RAB-ID**
- după activarea contextului PDP stația mobilă poate transmite și recepționa date;



- succesiunea de mesaje de semnalizare este descrisă pe slide-ul următor
- în schimbul de mesaje pentru stabilirea unui RAB, RNC-ului curent i se indică adresa IP a SGSN-ului curent și identificatorul de tunel SGSN-GGSN



- 1,2. Mesajul **Activate PDP context request** este transferat transparent între UE și SGSN folosind conexiunile RRC și RANAP;
3. *Activare context PDP* (similar cu GPRS); ca urmare a acestei proceduri stația mobilă are asignată o adresă IP și un profil QoS;
3. SGSN inițiază procedura de stabilire a unui RAB conform profilului QoS; mesajul **RAB Assignment request** include adresa IP a SGSN și un identificator de tunel (TID) pentru transferul pe IU-PS
4. Parametrii canalelor de transport (DCH) pentru contextul PDP ce urmează a fi activat sunt inițializați la nivel NodeB. O conexiune AAL2 este stabilită între NodeB și RNC folosind mecanismele descrise anterior.
5. Mesajul RRC **Radio Bearer Setup** este transmis la nivel UE cu parametrii asociați canalelor de transport pe interfața radio.

7. Răspuns UE folosind noul DCH

8. Mesajul **RANAP RAB Assignment Response** include adresa IP a RRC.

9. Transferul de date poate să înceapă în orice moment. Stația mobilă este în starea **PMM-connected**

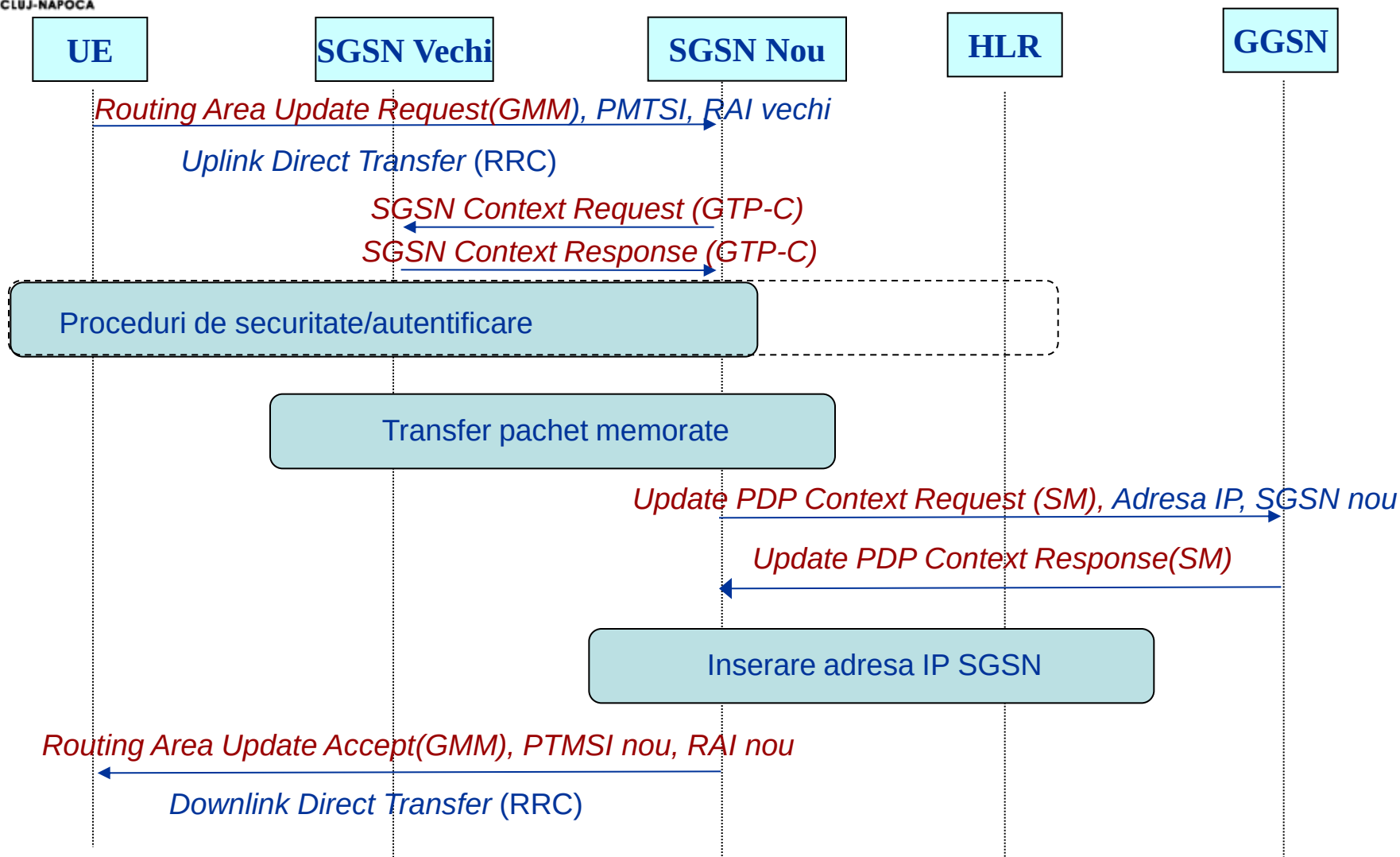
Câmpuri memorate la nivel SGSN și GGSN după activarea unui context PDP:

SGSN	GGSN
RA	Adresa PDP (IP) stație mobilă
PTMSI	IMSI
Date autentificare	NSAPI
NSAPI	Adresa IP SGSN
IMSI	
Adresa PDP (IP) GGSN	
Adresa PDP (IP) RNC	

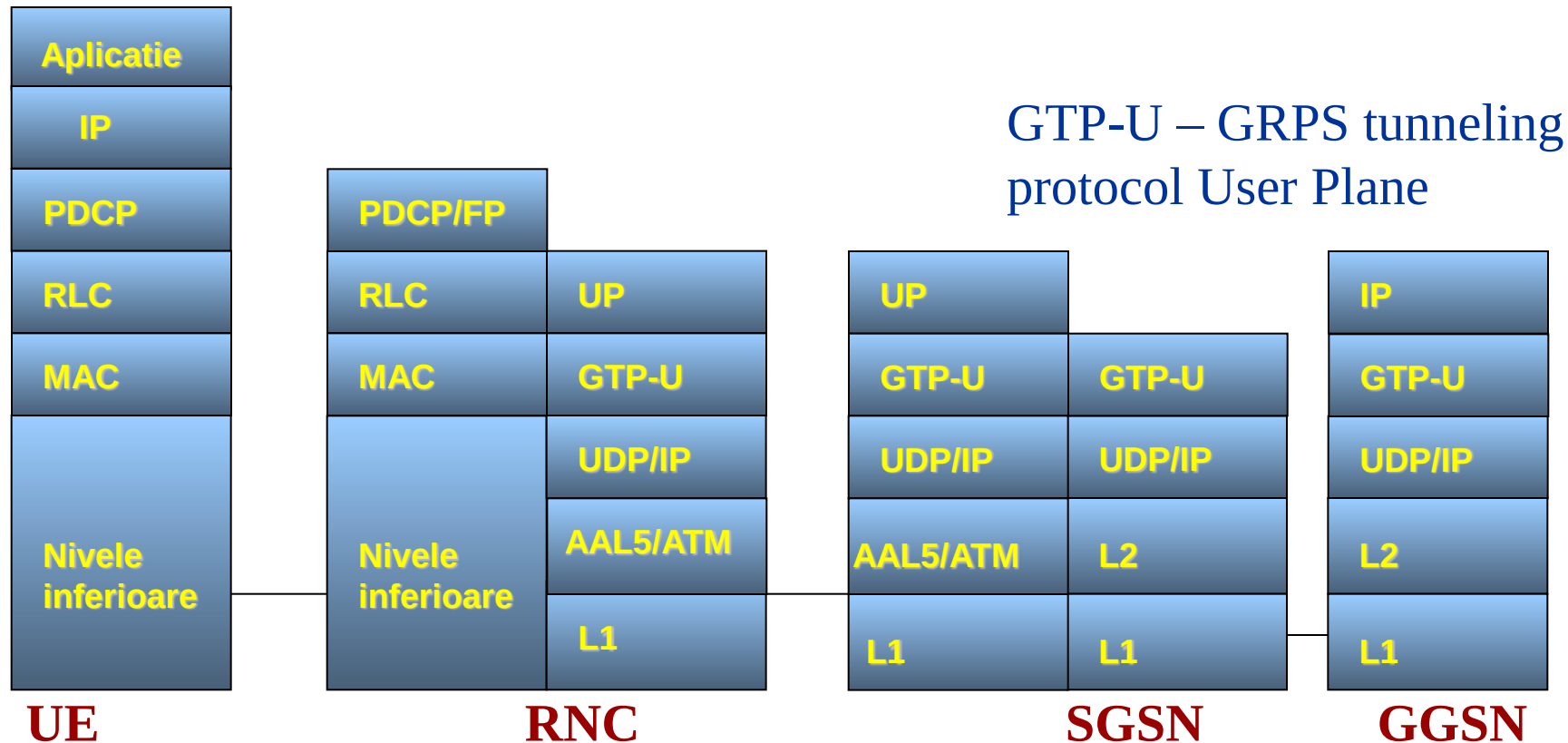
- după expirarea unui timer, în absența unui transfer de date, conexiunile de semnalizare pe Iu-CS și RRC sunt eliberate iar stația mobilă trece în starea PMM-Idle. Un nou transfer de date este inițiat de un mesaj de paging în downlink și poate presupune modificarea contextului PDP existent.

5.4 Gestiunea mobilității în starea PMM CONNECTED și PMM IDLE

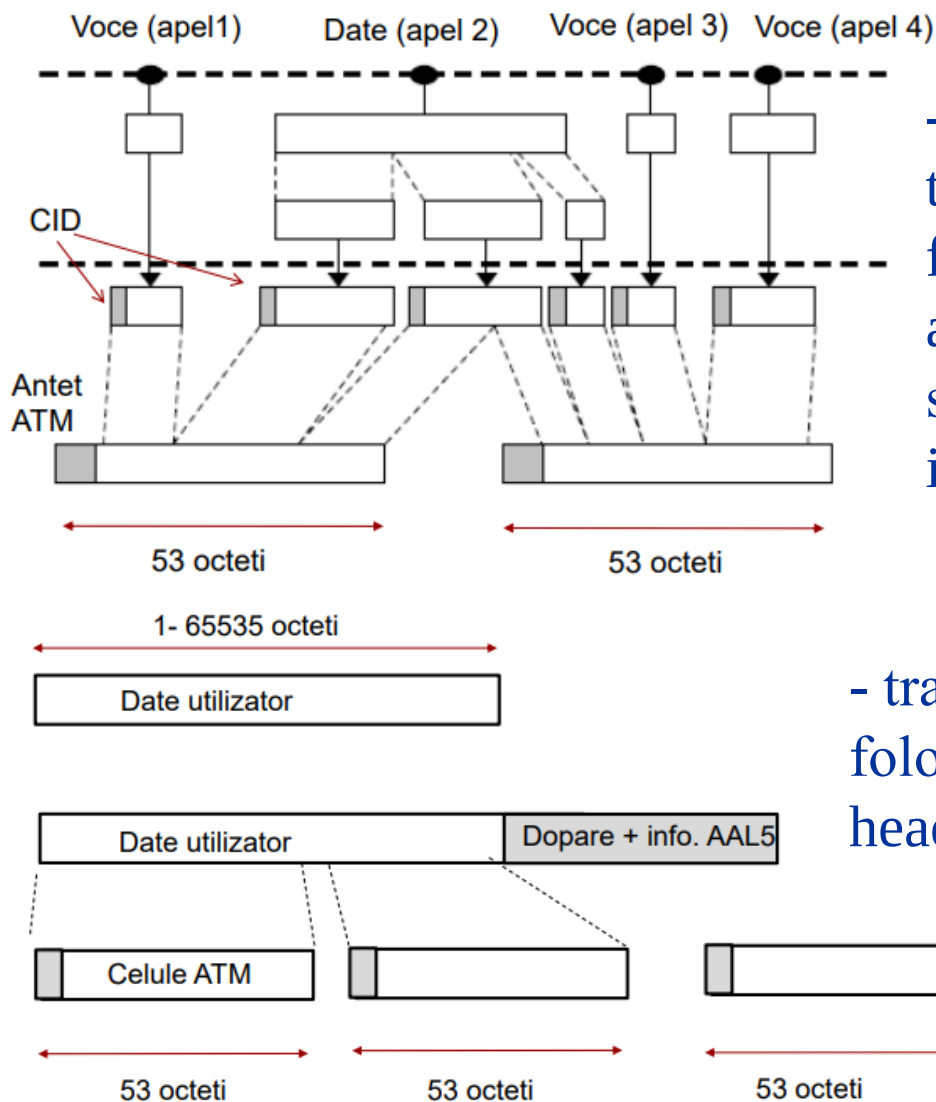
- stațiile mobile conectate RRC efectuează proceduri de actualizare a celulei sau a ariei de înregistrare UMTS cu RNC-ul curent, funcție de starea RRC în care se află
- stațiile mobile neconectate RRC efectuează proceduri de actualizare a ariei de rutare (RA) cu SGSN
- la detecția unei schimbări a ariei de rutare, stația mobilă inițiază o procedură de actualizare a ariei de rutare (RA)
- procedura poate presupune modificarea contextului PDP (dacă noua arie de rutare este controlată de un alt SGSN)
- eventualele pachete netransmise de vechiul SGSN sunt transferate către noul SGSN



5.5 Stiva protocoalelor de transmisiune CN - PS



- AAL5 este mai eficient decât AAL2 pentru transmiterea unor pachete de lungimi mari fără constrângeri de tip real

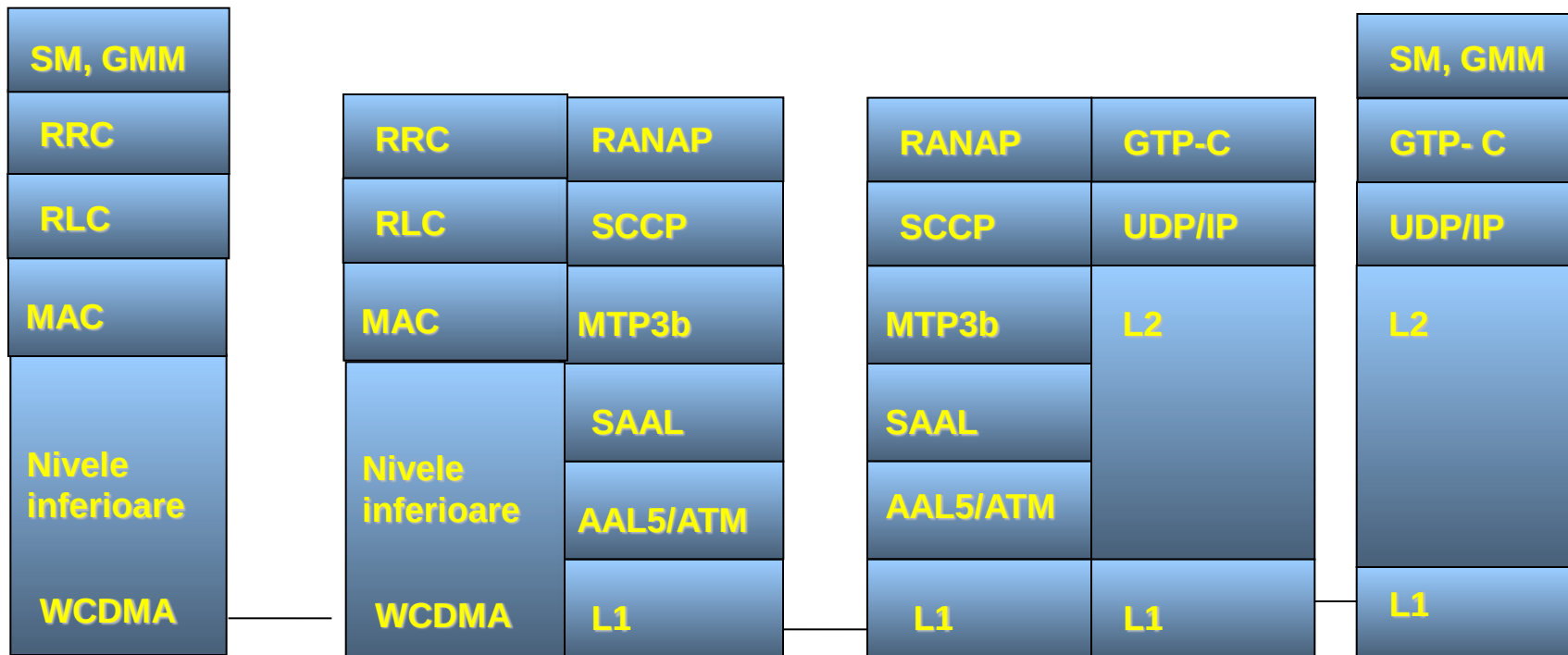


- transfer în rețeaua de transport folosind AAL2 ce introduce antete suplimentare de 3 octeți ce includ CID

- transfer în rețeaua de transport folosind AAL5 ce utilizează headere de dimensiuni mici

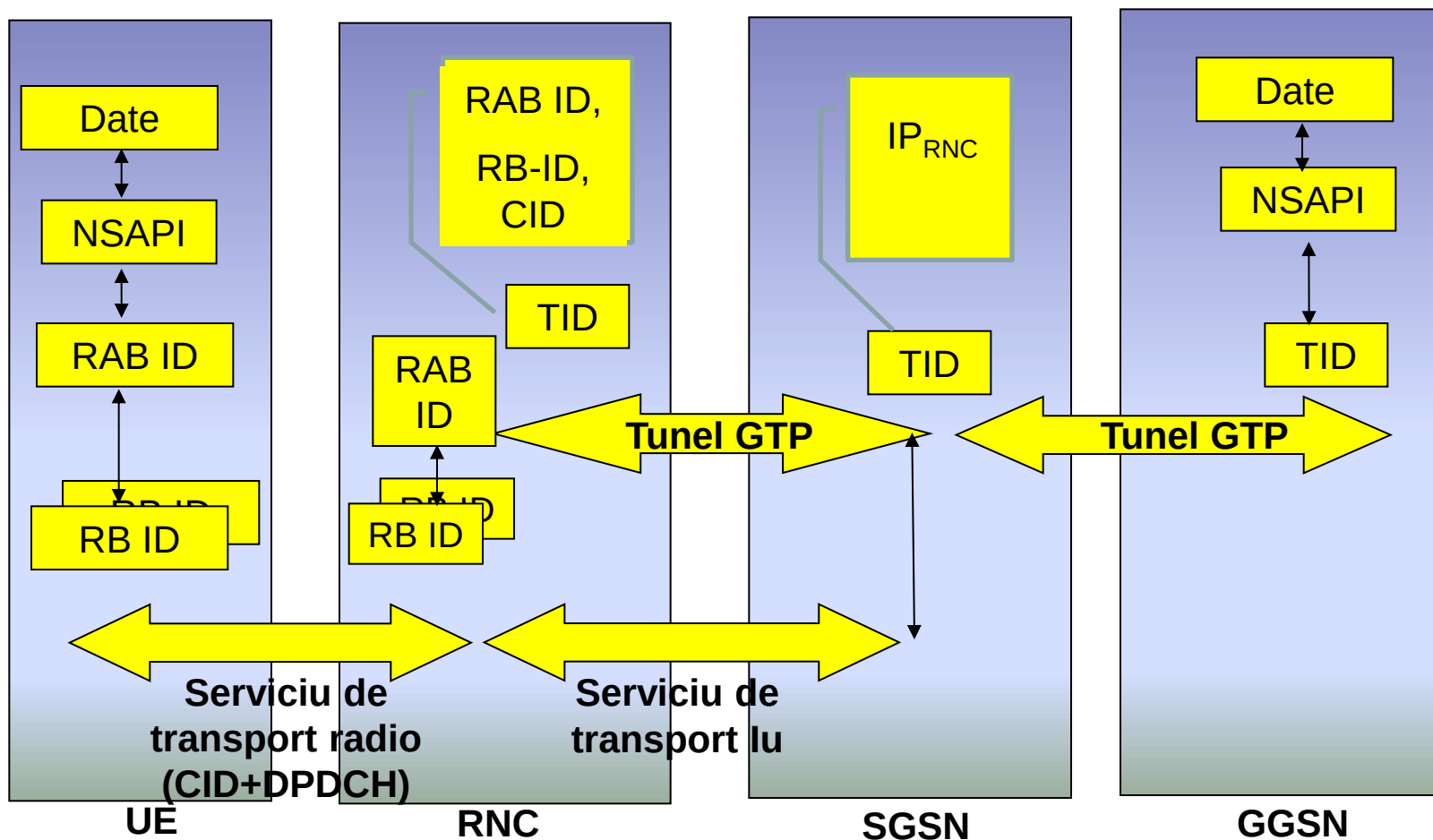
5.6 Stiva protocoalelor de semnalizare UTRAN CN - PS

Release 3 și 4

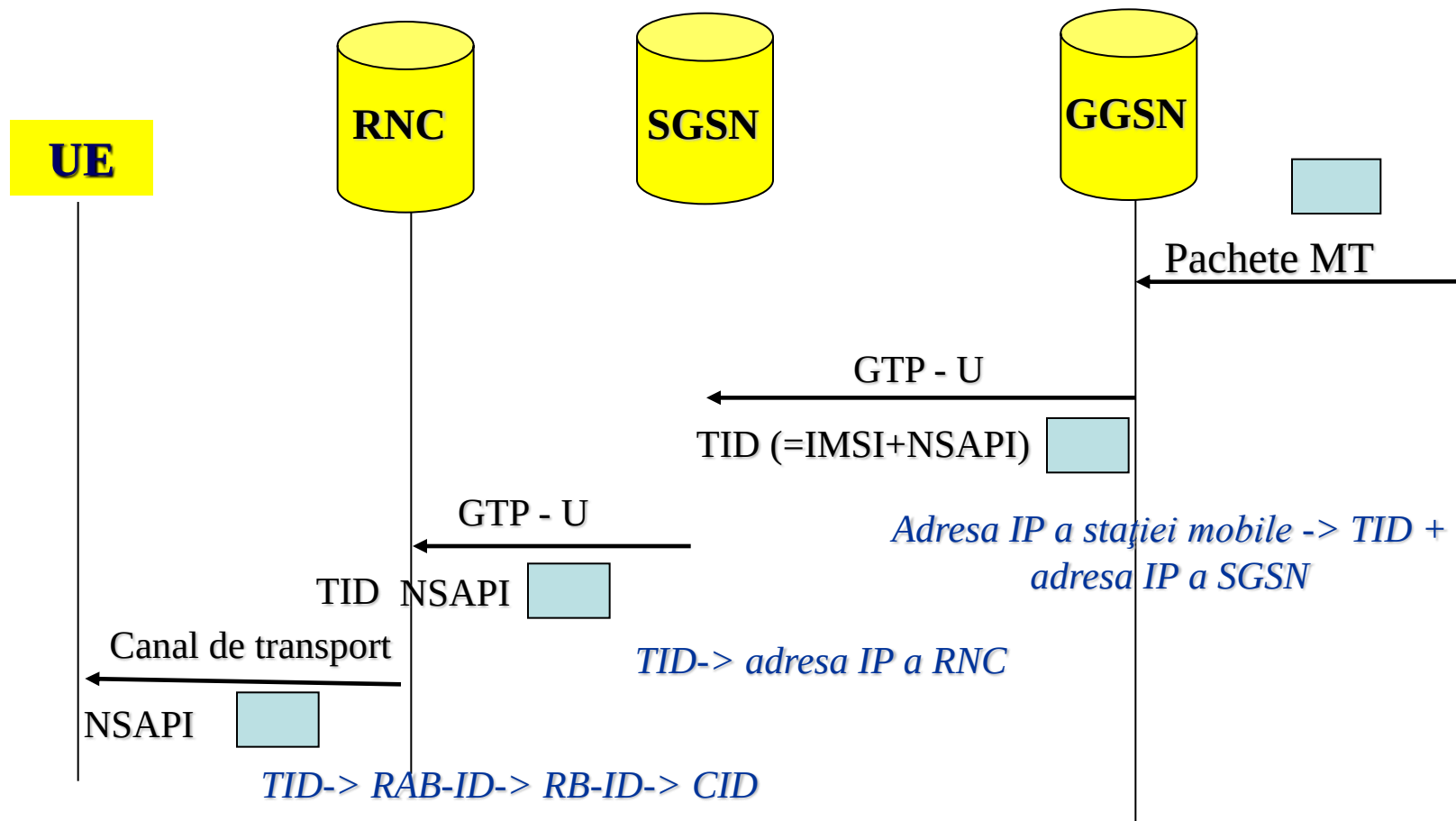


GTP-C – GRPS Tunneling protocol Control Plane

5.7 Transferul datelor între MS și GGSN



Exemplu de procedură de transmisiune CN-PS – rutarea pachetelor MT



5.8 Arhitectură UMTS Release 5

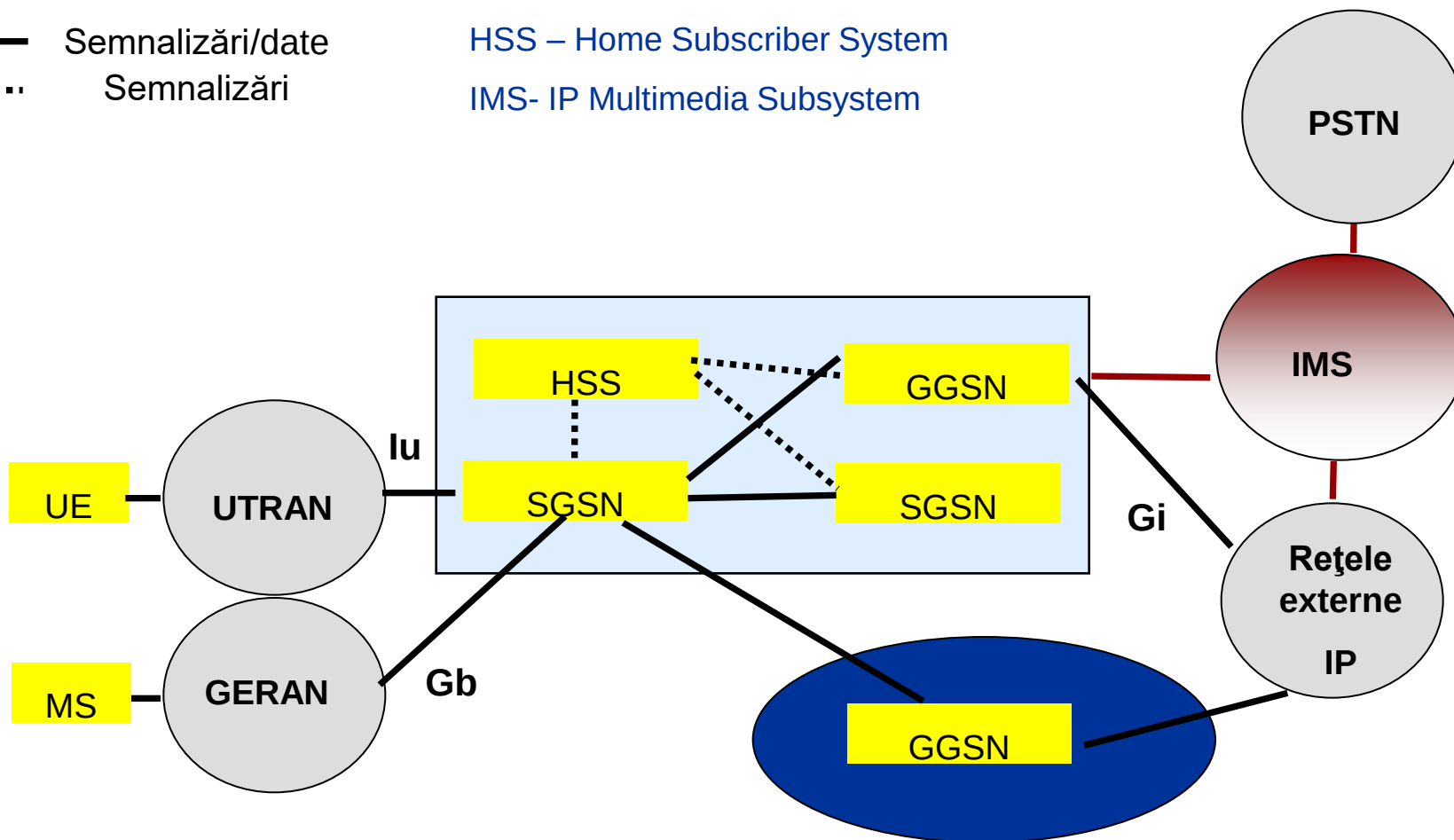


Semnalizări/date

Semnalizări

HSS – Home Subscriber System

IMS- IP Multimedia Subsystem



6. Evoluții ale interfeței radio. HSDPA și HSUPA

6.1 Introducere

HSDPA- High Speed Downlink Packet Access

HSUPA - High Speed Uplink Packet Access

-HSPA – High Speed Packet Access – HSDPA+ HSUPA

-evoluții ale interfeței radio UMTS ce permit debite utilizator mai mari

-modificările necesare sunt implementate doar la nivel UTRAN: NodeB, UE și RNC

6.2 HSDPA

6.2.1 Caracteristici principale HSDPA

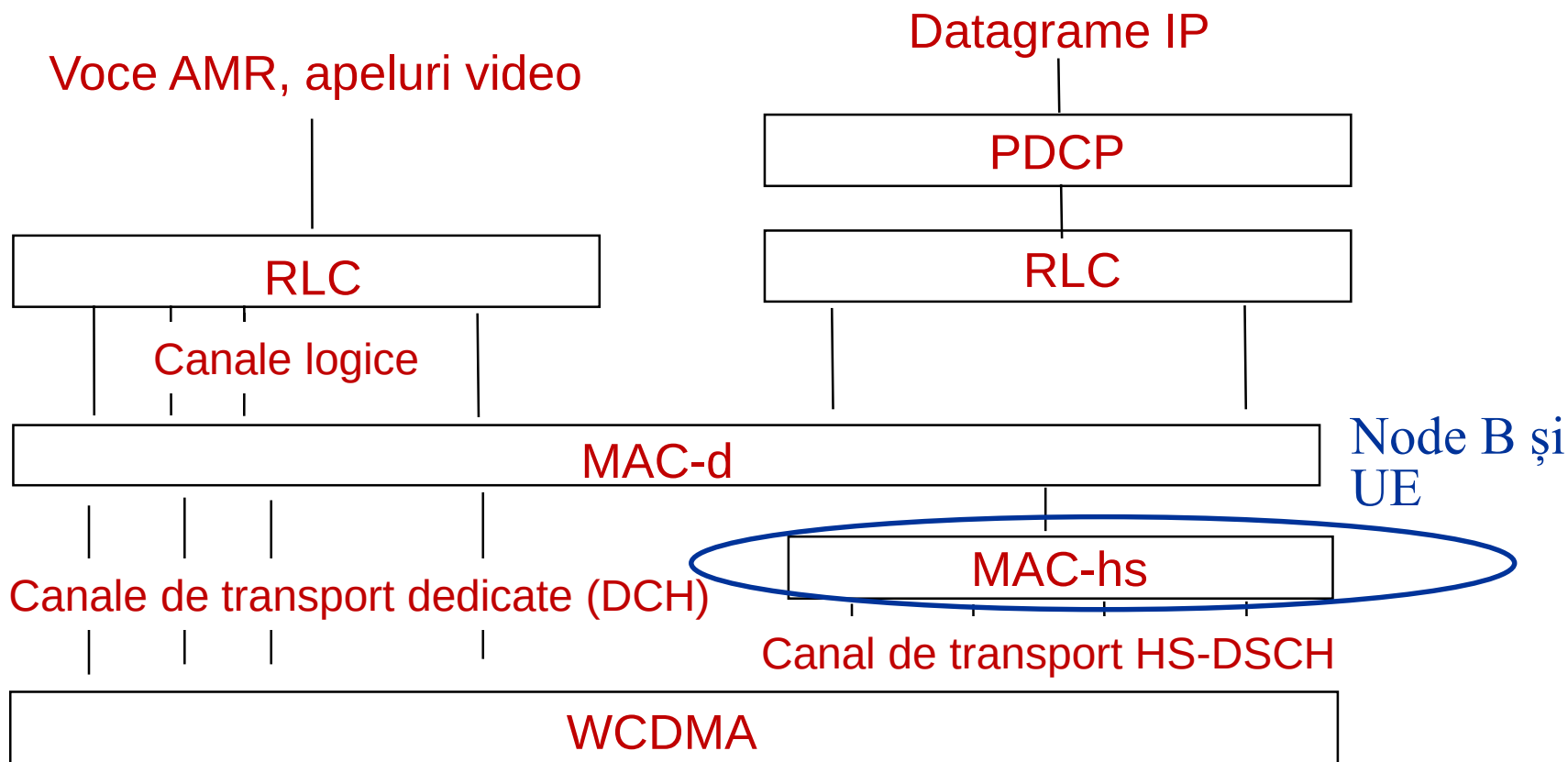
-mecanisme de adaptare a legăturii (*link adaptation*) în downlink

- retransmisii de tip ARQ hibride ce au loc între Node B și UE

-mecanisme de ordonare a transiterii pachetelor la nivel NodeB

- introducerea de TTI de valori mai mici ca în UMTS (2 ms)
- transmisii pe canale partajate între mai mulți utilizatori
- debit maxim teoretic de 14.4 Mbiți/s în versiunea Release 5

6.2.2 Stiva protocoalelor de transmisiune HSDPA pe interfața radio



MAC-hs – Medium Access Control – High Speed

-MAC-hs – înglobează marea majoritate a funcțiilor specifice HSDPA
-este implementat la nivel NodeB și UE. Controlul MAC-hs se face în planul de semnalizări prin protocolul RRC, similar cu mecanismele definite în WCDMA.

Funcții implementate:

- politici de ordonare a transiterii pachetelor pe un număr de maxim 15 canale fizice partajate între mai mulți utilizatori
- mecanisme de tip **HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request)**
- mecanisme de adaptare a legăturii prin modificarea adaptivă a tipului de modulație și a schemei de codare a canalului
- selectarea formatului de transport pe baza unor informații furnizate de stațiile mobile

MAC-d– implementat în continuare la nivel RNC și UE
permite comutarea din transfer HSDPA în transfer clasic pe canale UMTS

□ *Ordonare transmisii downlink (scheduling)*

- sunt implementate în HSDPA la nivel NodeB pentru a permite stabilirea ordinii de transmitere a pachetelor către utilizatori ce utilizează același canale partajate
- algoritmi nu sunt specificați în HSDPA
- conceptual se utilizează 3 tipuri de mecanisme de ordonare:
 - Round robin* –alocarea resurselor fizice partajate în mod ciclic pentru toți utilizatorii ce efectuează transmisii HSDPA; condițiile radio sunt ignorate
 - Maximum C/I* - pentru un interval de tip dat de TTI resursele radio vor fi alocate utilizatorului al cărui canal de transmisiune prezintă cele mai bune condiții de propagare
 - Proportional fair* - resursele sunt alocate utilizatorilor cu cele mai bune condiții de propagare, prioritatea utilizatorilor ce nu au primit încă resurse crește în timp

condițiile curente de propagare sunt indicate de către stațiile mobile în formă indexată prin intermediul unui parametru : **CQI** – *Channel Quality Indicator*; modul de calcul este indicat în standard¹

- valorile CQI raportate sunt folosite de către stațiile de bază pentru a aloca resurse pentru transmisii downlink pe durata următorului interval elementar de tip TTI. Valorile reprezintă valori indexate pentru estimări efectuate la nivel UE privind numărul de blocuri dintr-un bloc de transport, numărul de coduri ce pot fi utilizate în paralel, tip modulație.

Exemplu

Valori CQI	Nr. de biți blocuri de transport	Număr de canale fizice	Tip modulație
5	377	1	QPSK
10	1262	3	QPSK
29	7168	5	16QAM

[1] TS 25.214; Physical layer procedures (FDD) (Release 5)

- valorile CQI raportate de către stațiile mobile permit și implementarea de mecanisme de adaptare a legăturii
- mecanismul constă în modificarea schemei de codare și/sau a tipului de modulație funcție de condițiile curente de transmisie radio
- dacă condițiile radio o permit, transmisiile, au loc cu o rată de codare apropiată de 1 folosind modulații de ordin superior, de tip 16QAM (Release 5)
- pentru condiții radio mai puțin favorabile rata de codare este mai mică ($1/2$, $1/3$...) iar modulația folosită este QPSK
- decizia de modificare a ratei de codare și a tipului de modulație este luată de către echipamentul de tip NodeB

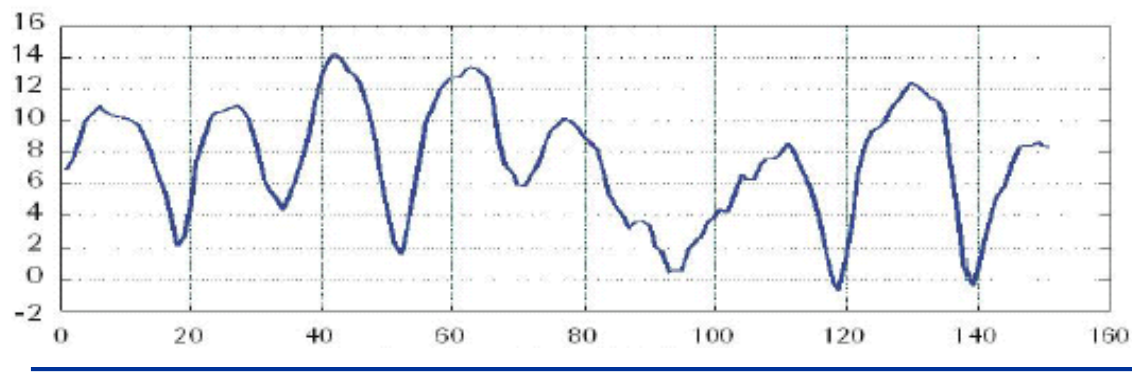
- o stație mobilă compatibilă HSDPA poate utiliza 1-15 coduri de împrăștiere în paralel cu **factor de împrăștiere fix – SF=16**
- ratele de codare/tipurile de modulații precum și debitele maxime sunt definite în specificațiile HSDPA. Pentru Release 5:

MCS	Modulație	Rată de codare	Debit HSDPA [kbit/s]		
			1 cod	5 coduri	15 coduri
1	QPSK	1/4	120	600	1800
2		1/2	240	1200	3600
3		3/4	360	1800	5400
4	16QAM	1/2	480	2400	7200
5		3/4	720	3600	10800
		1	960	4800	14400

MCS – Modulation and Coding Scheme

- tipul de modulație precum și rata de codare pot fi modificate cu o rezoluție în timp dată de TTI

CQI



Timp



16QAM, $R=3/4$

16QAM, $R=1/2$

QPSK, $R=3/4$

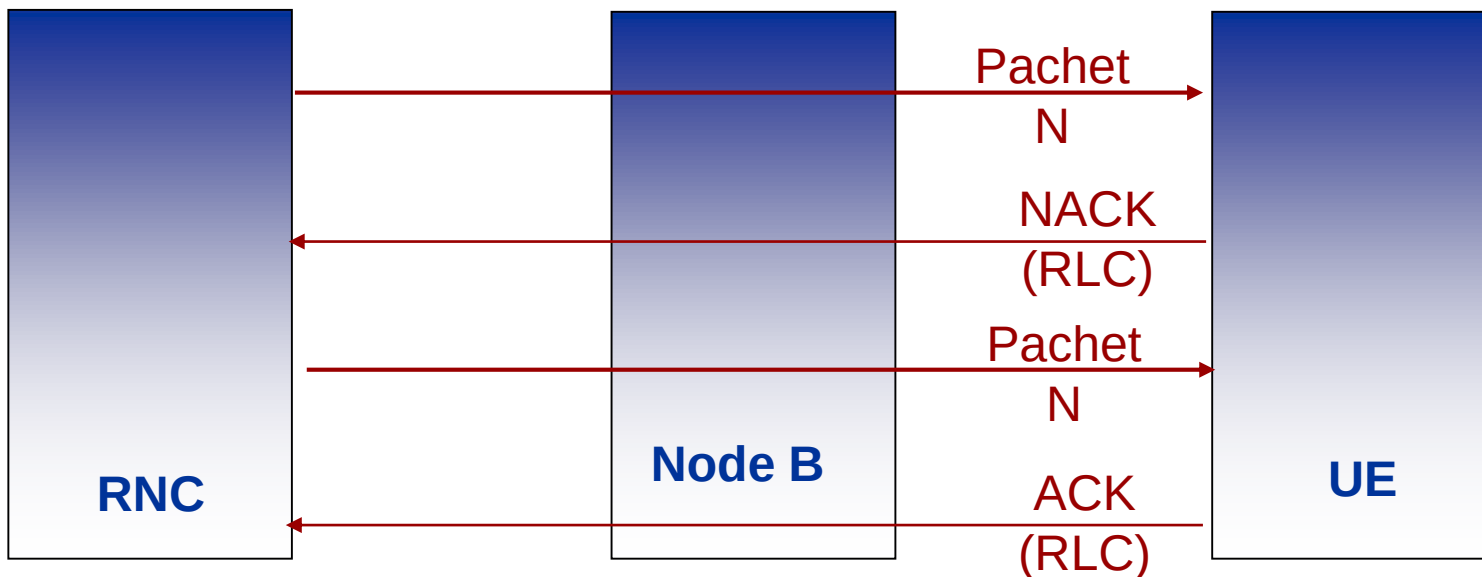
QPSK, $R=1/2$

QPSK, $R=1/4$

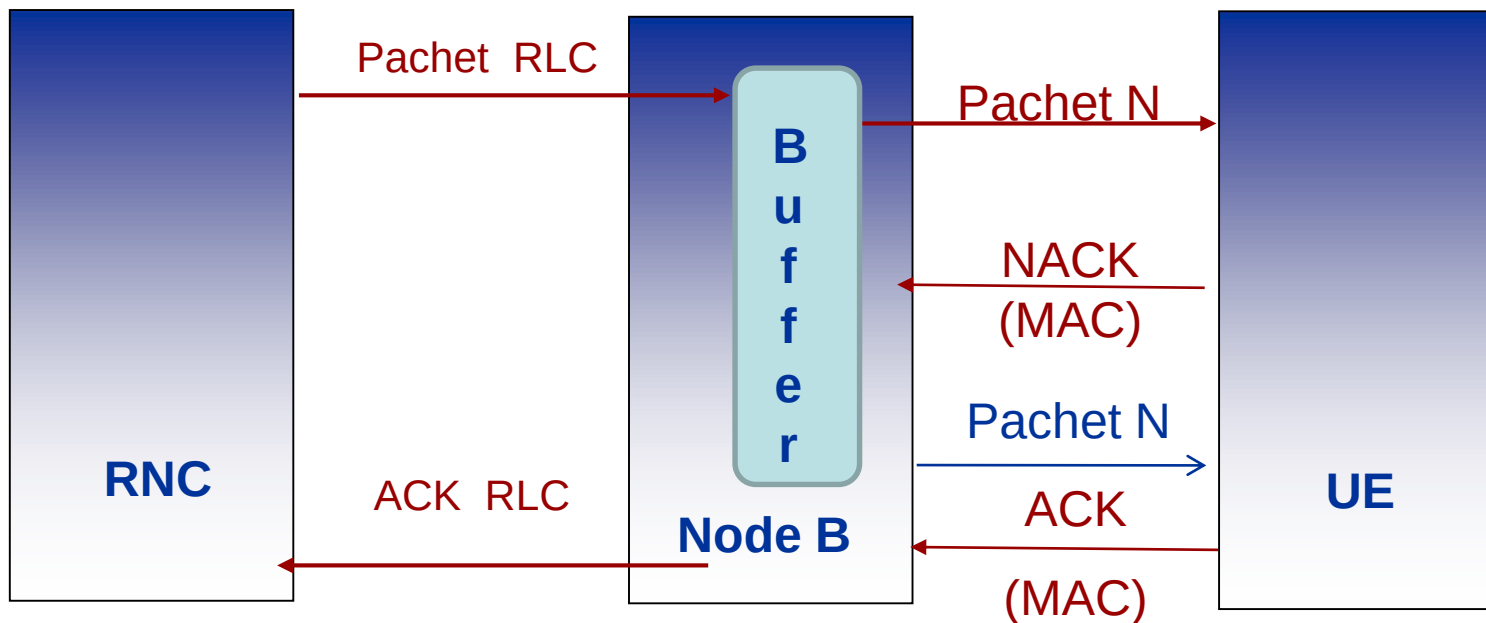
- codul pentru protecție la erori utilizat este de tip turbo cu o rată de codare de $1/3$; celelalte rate se obțin prin strecurare sau repetiție

❑ *Retransmisii pe interfața radio (retransmisii în stratul fizic)*

- în UMTS transferul de date mecanismele de retransmisie a pachetelor eronate sunt implementate la nivel RLC între UE și RNC



- în HSDPA retransmisiile au loc între Node B și UE; pachetele neconfirmate transmise de RNC sunt stocate la nivel NodeB și retransmise local fără transfer pe Iub/Iur
- decizia de retransmitere a pachetelor neconfirmate este luată la nivel Node B (protocolul MAC-hs) și se bazează pe un câmp CRC de 24 de biți inserat de acest protocol



❑ *Retransmisii hibride HARQ (Hybrid ARQ)*

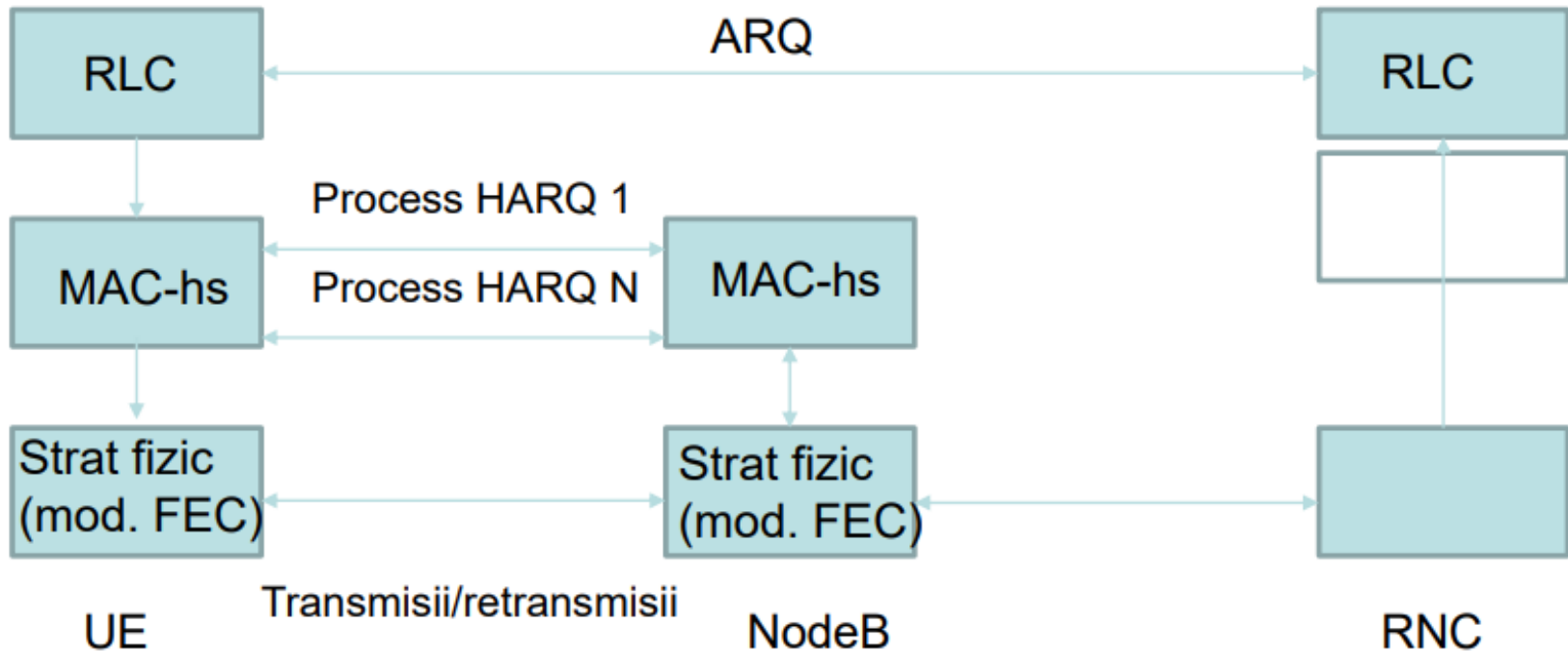
- conceptual, mecanismele de control al erorilor pot fi clasificate după cum urmează:

FEC- Forward Error Correction – presupun utilizarea de coduri corectoare de erori de o anumită rată de codare

ARQ – Automatic Repeat Request – presupun utilizarea de câmpuri de control de tip CRC (Cyclic Redundancy Check) sau FCS (Frame Check Sequence) pentru detecția erorilor și retransmisii pentru pachetele la care câmpul CRC nu se verifică

- **sistemele hibride HARQ (Hybrid ARQ)** utilizează atât tehnici de tip ARQ cât și FEC; mecanismele de tip ARQ sunt folosite detecția erorilor și modificarea adaptivă a ratei de codare asociată unui codor de tip FEC; pornind de la un cod cu redundanță mică aceasta poate fi crescută progresiv dacă pachetele nu sunt confirmate (redundanță incrementală)

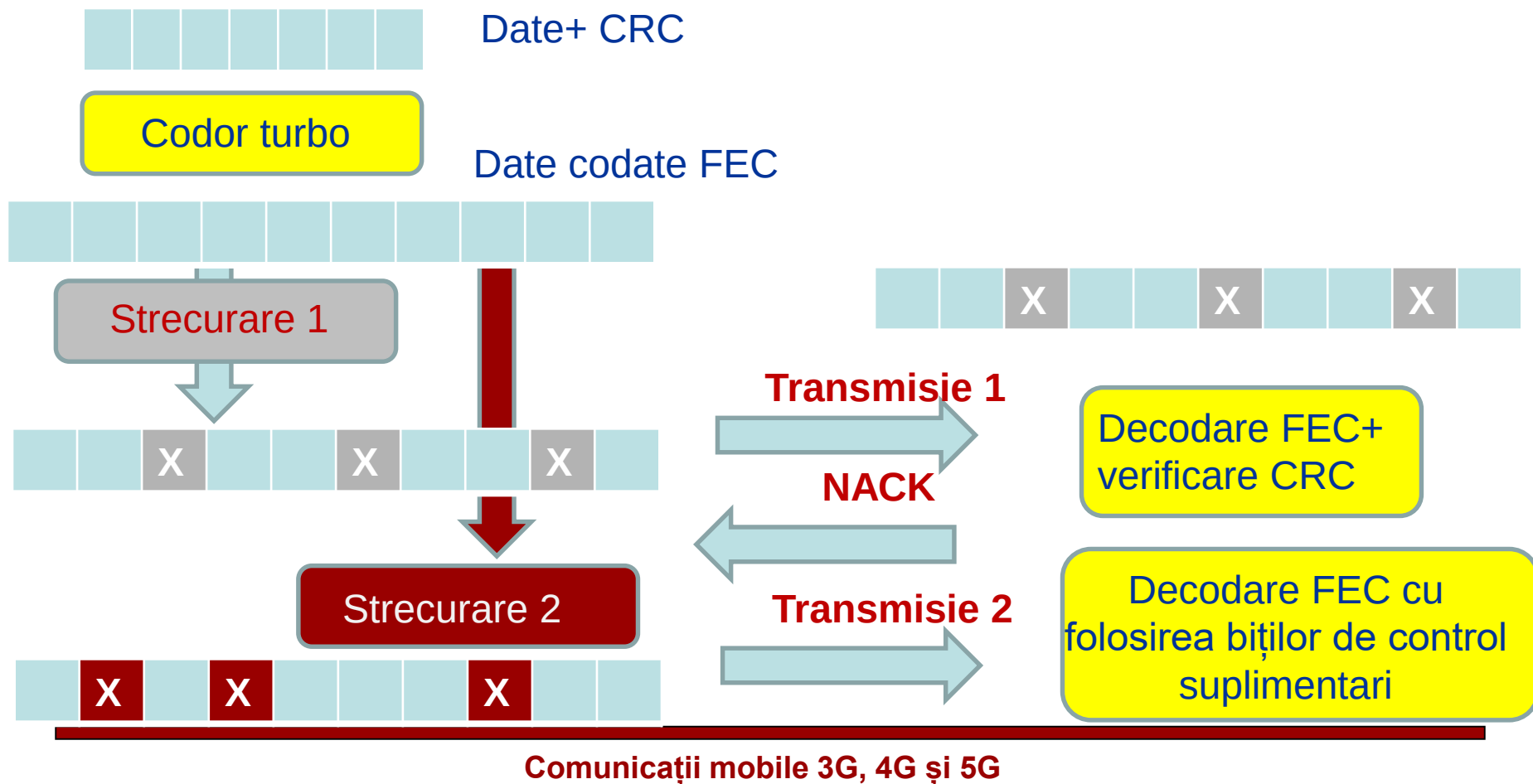
- HSDPA permite maximum 8 procese paralele de tip HARQ



- confirmările negative (NACK) în cadrul unui proces HARQ pot conduce la retransmisii cu o altă schemă de codare și modulație

Tipuri de retransmisii HARQ utilizate în HSDPA

- *redundanță incrementală* – similar cu EDGE; codul FEC utilizat este de tip turbo de rată 1/3



- H-ARQ de tip III – presupune retransmisia unei copii 1:1 a pachetului transmis anterior și utilizarea unei decodări de tip soft la recepție (**Chase combining**)

Stop and Wait– în fiecare proces HARzQ, un nou pachet este transmis doar la recepția unei confirmări pozitive pentru pachetul anterior

- procese HARQ sunt paralele

