5G Telecommunications SLA KPI Handbook

Definitions, Formulas, Targets, and Operating Practices

دليل مؤشرات اتفاقيات مستوى الخدمة (SLA) في شبكات الجيل الخامس 5G

EXECUTIVE SUMMARY

This handbook provides a practical, vendor-agnostic reference for defining, measuring, and governing Service Level Agreements (SLAs) for 5G networks. It covers end-to-end service KPIs, slice-specific objectives, how to build reliable measurement architectures, and how to turn KPI results into transparent reports and business-ready service credits.

5G introduces cloud-native cores, radio disaggregation, network slicing, and edge computing. These innovations expand what an SLA can cover, but they also complicate demarcation, measurement, and accountability. The guidance here focuses on clarity—precise KPI definitions, reproducible formulas, and methods that are auditable across RAN, transport, core, and MEC domains.

Use this document to align product, engineering, and legal stakeholders on SLA scope, targets, exclusions, and credit calculations. Treat numbers and examples as starting points; tune them to your geography, transport design, spectrum, and application mix.

الملخص التنفيذي

يوفر هذا الدليل مرجعًا عمليًا ومحايدًا للمورّدين لتعريف وقياس وحوكمة اتفاقيات مستوى الخدمة في شبكات الجيل الخامس .يغطي مؤشرات الأداء على مستوى الخدمة من الطرف إلى الطرف، وأهداف الشرائح (Network Slices)، وآليات تحويل وكيفية بناء هندسة قياس موثوقة، نتائج المؤشرات إلى تقارير شفافة واعتمادات مالية قابلة للتدقيق.

يُدخل الجيل الخامس نواة سحابية، وتجزيء مكوّنات الراديو، وتقنية الشبكات المُجزّأة، والحوسبة الطرفية .توسّع هذه الابتكارات نطاق ما يمكن أن تغطيه اتفاقية مستوى الخدمة، لكنها تُعقّد أيضًا حدود المسؤولية وطرق القياس والمساءلة .يركّز هذا الدليل على الوضوح—تعريفات دقيقة للمؤشرات، ومعادلات قابلة للاستنساخ، وطرائق قابلة للتدقيق عبر مجالات RAN و النواة و النقل و MEC.

استخدم هذا المستند لملاءمة فرق المنتجات والهندسة والشؤون القانونية حول نطاق SLA .اعتبر والأهداف والاستثناءات وصيغ الاعتمادات .وعدّلها وفق الجغرافيا والتصميم والنقل والطيف والتطبيقات؛ الأرقام والأمثلة نقطة انطلاق.

5G SERVICE LANDSCAPE & SLA CONTEXT

Service types: enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra-Reliable Low-Latency Communications (URLLC), and massive Machine-Type Communications (mMTC). Each class drives a different KPI envelope and measurement strategy.

Network slicing allows multiple logical networks—each with distinct QoS and isolation—over shared infrastructure. SLAs may be offered per slice (S-NSSAI) with per-slice telemetry and reporting.

Cloud-native 5G Core (AMF/SMF/UPF) and MEC shift workloads closer to the user, reducing latency but increasing the number of measurement points and clocks that must be synchronized.

End-to-end coverage spans UE → RAN (gNB) → fronthaul/backhaul/transport → 5G Core → Edge/App → external networks. KPI definitions MUST state the exact demarcation and time-budget per domain.

مشهد خدمات 5G وسياق اتفاقيات SLA

النطاق العريض المتنقل المحسّن :أنماط الخدمة (eMBB)، والاتصالات فائقة الاعتمادية وزمن التأخير المنخفض جدًا (URLLC)، واتصالات الآلة واسعة النطاق (mMTC). كل فئة تفرض حزمة مؤشرات مختلفة واستراتيجية قياس خاصة.

تسمح الشبكات المُجزّأة بإنشاء شبكات منطقية متعددة—لكل منها جودة خدمة وعزل مختلف—فوق بنية تحتية مشتركة .قد تُعرض اتفاقيات SLA على مستوى الشريحة (S-NSSAI) مع قياسات وتقارير لكل شريحة.

5G تؤدي نواة السحابية (AMF/SMF/UPF) وMEC إلى تقليل زمن التأخير عبر تقريب أعباء العمل من المستخدم، لكنها تزيد نقاط القياس وعدد الساعات التي يجب مزامنتها.

الواجهات الأمامية/الخلفية/النقل ← نواة ← (gNB) يشمل النطاق من الطرف إلى الطرف سلسلة :جهاز المستخدم ←شبكة النفاذ الراديوية 5G ← الشبكات الخارجية ←الحافة/التطبيق .يجب أن تُصرَّح تعريفات المؤشرات بحدود القياس والميزانيات الزمنية لكل نطاق.

SLA FUNDAMENTALS

Key terms: SLA (contract), SLO (stated objective), KPI (measurable indicator), KQI (customer-perceived quality), OLA (internal agreement), Underpinning Contract (third-party dependency).

Scope and demarcation: spell out what is in scope (e.g., RAN+transport+core) and out of scope (e.g., customer LAN, public Internet). Include maintenance windows, force majeure, and planned work notifications.

Measurement methodology: combine passive counters, active probes (e.g., TWAMP, ICMP/TCP/HTTP synthetic transactions), and per-slice flow telemetry. Define sample sizes, cadence, percentiles (P50/P95/P99), and exclusion rules.

Credits and remedies: define thresholds, grace periods, caps, and the formula converting KPI shortfalls into monthly recurring charge (MRC) credits. Provide worked examples.

SLA أساسيات اتفاقيات

مصطلحات أساسية :اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، هدف مستوى الخدمة (SLO)، مؤشر الأداء (KPI)، مؤشر جودة التجربة (KQI)، والعقود الداعمة مع الأطراف الثالثة، (OLA) اتفاقية مستوى التشغيل الداخلية.

وما هو خارج النطاق)مثل شبكة العميل أو الإنترنت العام. ((النقل+النواة+RAN مثلاً) النطاق وحدود المسؤولية :حدّد ما هو ضمن النطاق أدرج نوافذ الصيانة والقوة القاهرة وبلاغات الأعمال المخططة.

عرّف .(HTTPو TWAMP اختبارات اصطناعية مثل) منهجية القياس :امزج بين القياس السلبي)عدادات وسجلات تدفق (والقياس النشط (P50/P95/P99)، أحجام العينات، والإيقاع، والقيم المئوية وقواعد الاستثناء.

الاعتمادات والمعالجات :عرّف العتبات وفترات السماح والحدود القصوى، وصيغة تحويل انحراف المؤشرات إلى اعتمادات مالية شهرية . وفّر أمثلة عملية.

KPI TAXONOMY (END-TO-END & PER-SLICE)

- Service Availability (monthly)
- Latency—one-way and round-trip; report P50/P95/P99 within stated domain
- Jitter—P95 absolute inter-packet delay variation
- Packet Loss—bi-directional loss over active probes or flow records
- Throughput/Goodput—sustained application-layer rate
- Reliability—probability of success within a time budget (URLLC)
- Registration Success Rate; PDU Session Setup Success Rate

- Handover Success Rate (intra/inter-RAT), RRC success/failure rates
- 5QI Conformance against delay/loss budgets (GBR/non-GBR)
- RAN health: PRB utilization, BLER, scheduling latency
- Core health: AMF/SMF/UPF CPU/memory, PFCP session success, N11/N4 signaling latency
- Transport: link availability, frame delay, delay variation, loss (per CoS)
- Edge/App: container cold-start time, API latency/error rate, autoscaling time
- Security/service protection: DDoS mitigation time, false-positive rate

تصنيف مؤشرات KPI (من الطرف إلى الطرف وعلى مستوى الشريحة)

- توافر الخدمة (شهري)
- ضمن نطاق محدد P50/P95/P99 زمن التأخير—اتجاه واحد وذهاب-إياب؛ تقرير
- للتغيّر المطلق بين الحزم P95 القيمة—التذبذب (Jitter)
- فقدان الحزم—على قياسات نشطة أو سجلات تدفق ثنائية الاتجاه
- المعدل/النفاذ الفعلي—معدل طبقة التطبيق المستدام
- الموثوقية—احتمال النجاح ضمن ميزانية زمنية (URLLC)
- معدل نجاح التسجيل؛ معدل نجاح إنشاء جلسة PDU
- معدل نجاح التسليم بين الخلايا (داخل/بين التقنيات) ونسب نجاح/فشل RRC
- مقابل ميزانيات التأخير/الفقد QIالالتزام بـ 5
- صحة RAN: استخدام PRB، نسبة خطأ الكتل BLER، زمن جدولة
- استهلاك: صحة النواة AMF/SMF/UPF، نجاح جلسات PFCP، زمن إشارات N11/N4
- النقل: توافر الوصلات، تأخير الإطار، تذبذب التأخير، الفقد (لكل فئة خدمة)
- زمن التوسّع التلقائي، API الحافة/التطبيق: زمن تشغيل الحاويات البارد، تأخير واجهات
- الأمن: زمن كشف/تخفيف هجمات DDoS، ومعدل الإيجابيات الكاذبة

KPI DEFINITIONS & FORMULAS

Use unambiguous definitions with units and time windows. Prefer one-way latency with clock-sync (PTP) where feasible; otherwise, use calibrated round-trip and state assumptions. Report percentiles as Pxx values over fixed windows.

The table below summarizes standard formulas. For availability, make inclusion/exclusion rules explicit (what counts as downtime, how partial impact is treated, and whether planned maintenance is excluded).

KPI	Definition / Formula	Window
Service Availability	((Total Time − Downtime) / Total Time) × 100%	Monthly
Latency (one-way)	Median / P95 / P99 of timestamped probes (ms)	15 min / Hourly
Jitter	P95(|Δ latency|) or IQR of one-way latency (ms)	15 min / Hourly
Packet Loss	(Lost Packets ÷ Sent Packets) × 100%	15 min / Hourly

Throughput (Goodput)	App-layer bits successfully delivered ÷ time (Mb/s)	15 min / Hourly
Registration Success Rate	(Successful Registrations ÷ Attempts) × 100%	Daily / Monthly
PDU Session Setup SR	(Successful Setups ÷ Requests) × 100%	Daily / Monthly
Handover Success Rate	(Successful Handover ÷ Attempts) × 100%	Daily
5QI Conformance	Share of flows meeting 5QI budget (delay/loss)	Hourly / Monthly
URLLC Reliability	Pr{packet ≤ budget & no loss} over 1000 trials	Per slice / Per session

تعريفات ومعادلات المؤشرات

حيثما أمكن؛ وإلا فاذكر (PTP) استخدم تعريفات غير ملتبسة مع وحدات و نوافذ زمنية .فضّل قياس التأخير أحادي الاتجاه مع مزامنة زمنية على نوافذ ثابتة Pxx افتراضات القياس ذهاب-إياب .أبلغ عن القيم المئوية كقيم.

يلخّص الجدول التالي المعادلات القياسية .وللتوافر، اجعل قواعد الاشتمال/الاستبعاد صريحة)ما الذي يُعد انقطاعًا، وكيف يُتعامل مع التأثير الجزئي، وما إذا كانت الصيانة المخططة مستثناة(.

المؤشر	التعريف /المعادلة	نافذة القياس
توافر الخدمة	(الزمن الكلي –زمن الانقطاع ÷ (الزمن الكلي) × 100٪	شهري
زمن التأخير (اتجاه واحد)	الوسيط / P95 / P99 لقياسات مجسات مختومة زمنيًا (بملي ثانية)	15 دقيقة /كل ساعة
التذبذب (Jitter)	P95(|Δ التأخير|) أو IQR لزمن التأخير أحادي الاتجاه (بملي ثانية)	15 دقيقة /كل ساعة
فقدان الحزم	(الحزم المفقودة ÷الحزم المرسلة × 100٪	15 دقيقة /كل ساعة
معدل النفاذ الفعلي	بتات طبقة التطبيق المُسلمة ÷الزمن (Mb/s)	15 دقيقة /كل ساعة
معدل نجاح التسجيل	(عدد التسجيلات الناجحة ÷المحاولات × 100٪	يومي /شهري
معدل نجاح إنشاء جلسة PDU	(٪النجاحات ÷الطلبات × 100)	يومي /شهري
معدل نجاح التسليم بين الخلايا	(٪النجاحات ÷المحاولات × 100)	يومي
الالتزام بـ 5QI	نسبة التدفقات التي تلتزم بميزانية 5QI (تأخير/فقد)	كل ساعة /شهري

موثوقية URLLC	Pr{الحزمة ضمن الميزانية ومن دون فقد} عبر 1000 تجربة	لكل شريحة /لكل جلسة

TARGETS BY SERVICE CLASS (ILLUSTRATIVE)

Targets vary by geography, spectrum, RAN design, transport topology, and workload. The values below are sane defaults for discussion—refine them through trials and customer pilots.

Class	Availability	Latency (E2E intra-metro)	Packet Loss	Jitter	Notes
eMBB	≥ 99.90% / month	≤ 30 ms P95	≤ 0.10%	≤ 10 ms	Throughput per contract
URLLC	≥ 99.999% (control path)	≤ 5–10 ms P99	≤ 10^{-5}	≤ 1 ms	Slice-specific, deterministic
mMTC	≥ 99.0% (access)	≤ 100 ms P95	≤ 1.0%	≤ 20 ms	Massive device scale
Private 5G – Industrial	≥ 99.99%	≤ 20 ms P95	≤ 0.10%	≤ 5 ms	On-prem MEC preferred

أهداف حسب فئة الخدمة (إرشادية)

تختلف الأهداف حسب الجغرافيا والطيف وتصميم RAN وطوبولوجيا النقل وحِمل التطبيقات. القيم أدناه نقطة بداية للنقاش—قُم بتنقيحها عبر تجارب وطيّارين مع العملاء.

الفئة	التوافر	زمن التأخير (نهاي-لنهاي داخل المدينة)	فقدان الحزم	التذبذب	ملاحظات
eMBB	≥ 99.90٪ / شهر	≤ 30 ملي ثانية P95	≤ 0.10٪	≤ 10 ملي ثانية	معدل النفاذ حسب العقد
URLLC	≥ 99.999٪ (مسار التحكم)	≤ 5–10 ملي ثانية P99	≤ 10^{-5}	≤ 1 ملي ثانية	خاصة بالشريحة وحتمية
mMTC	≥ 99.0٪ (الوصول)	≤ 100 ملي ثانية P95	≤ 1.0٪	≤ 20 ملي ثانية	عدد هائل من الأجهزة
شبكات خاصة صناعية	≥ 99.99٪	≤ 20 ملي ثانية P95	≤ 0.10٪	≤ 5 ملي ثانية	حافة حوسبة داخل الموقع

MEASUREMENT ARCHITECTURE

Deploy both passive telemetry (counters, flow logs) and active measurements (synthetic transactions) at UE, RAN, transport, core, and edge. Ensure per-slice observability—tag metrics with S-NSSAI and 5QI where applicable.

Clock synchronization is critical for one-way latency and jitter. Use PTP (with boundary/transparent clocks) or high-quality NTP. Document time sources, offset limits, and holdover behavior.

Analytics: centralize time-series in a resilient pipeline; compute percentiles correctly (TDigest/CKMS). For anomaly detection, combine rules with ML-based baselines but keep SLA evaluation deterministic and auditable.

هندسة القياس

انشر قياسات سلبية)عدادات/تدفّقات (وقياسات نشطة)معاملات اصطناعية (عند مستويات الجهاز والراديو والنقل والنواة والحافة .احرص على مراقبة لكل شريحة—وسوم S-NSSAI 5وQI حيث ينطبق.

عالي الجودة .وثّق مصادر NTP)مع ساعات حدودية/شفافة (أو PTP المزامنة الزمنية حاسمة للتأخير أحادي الاتجاه والتذبذب .استخدم الوقت وحدود الانحراف وسلوك الاستمرار عند فقدان المصدر.

التحليلات :مركزية السلاسل الزمنية في مسار مرن؛ احسب القيم المئوية بدقة .للجنوح، امزج القواعد مع خطوط أساس معتمدة على التعلم حتميًا وقابلاً للتدقيق SLA الآلي مع إبقاء تقييم.

DATA QUALITY & TIME SYNC

Validate data completeness, freshness, and clock accuracy before calculating KPIs. Track missing intervals and apply conservative rules (e.g., treat gaps as worst-case for the affected metric unless explained).

For multi-domain paths, partition latency budgets (e.g., RAN 8 ms, transport 7 ms, core+MEC 10 ms within a 25 ms target) and instrument each domain so that root cause is attributable.

جودة البيانات ومزامنة الوقت

تحقق من اكتمال وحداثة و دقة الطوابع الزمنية قبل حساب المؤشرات .تتبّع الفترات المفقودة وطبّق قواعد تحفظية)مثلاً اعتبار الفجوات أسوأ حالة للمؤشر المتأثر ما لم يتم تفسيرها).

مللي ثانية ضمن MEC 10+مللي ثانية، النقل 7 مللي ثانية، النواة RAN 8 :في المسارات متعددة المجالات، قسّم ميزانيات التأخير)مثال هدف 25 مللي ثانية (وقم بقياس كل مجال لتحديد السبب الجذري.

REPORTING & VISUALIZATION

Publish monthly SLA reports with executive summaries, KPI tables, percentile charts, outage timelines, and root-cause summaries. Include a per-slice appendix if slices are contracted.

Provide drill-downs for customers: geographic heat maps, per-5QI performance, and device cohorts. Keep raw exports available for audit.

التقارير والتصور

انشر تقارير شهرية تتضمن ملخصًا تنفيذيًا وجداول مؤشرات ورسومات للقيم المئوية وجداول زمنية للأعطال وملخصات للأسباب الجذرية .
أرفق ملحقًا لكل شريحة عند التعاقد على الشرائح.

وفّر إمكانات التعمّق للعملاء :خرائط حرارية جغرافية، أداء لكل 5 QI، احفظ التصدير الخام متاحًا للتدقيق .ومجموعات أجهزة.

GOVERNANCE & COMPLIANCE

Define roles and RACI across product, NOC, engineering, and legal. Describe incident and change workflows, notification SLAs, and maintenance windows. Clarify exclusions and how exceptions are approved.

Maintain a KPI dictionary with versioning. When definitions change, run both old and new calculations in parallel for one cycle and document the impact.

الحوكمة والامتثال

حدّد الأدوار والمسؤوليات عبر فرق المنتج وغرفة العمليات والهندسة والشؤون القانونية .صف إجراءات الحوادث والتغيير و SLAs الإخطار ونوافذ الصيانة .وضّح الاستثناءات وآلية اعتمادها.

حافظ على قاموس مؤشرات بإصدارات .عند تغيير التعريفات، شغّل الحسابات القديمة والجديدة بالتوازي لدورة واحدة ووثّق الأثر.

SERVICE CREDITS & PENALTIES (EXAMPLE)

Credits should be significant enough to matter but capped to protect service continuity. Use a laddered schedule per KPI with a monthly cap across all metrics. The example table applies to Availability, Latency, and Packet Loss.

Example calculation: If the monthly availability target is 99.90% and actual is 99.72% (0.18 percentage points short), the credit is 10% of MRC for that service. If multiple KPIs trigger, cap total credits to the stated maximum (e.g., 20%).

Shortfall vs Target	Credit (% of MRC)	Notes
Meets or exceeds target	0%	No credit
≤ 0.10 percentage points below	5%	Applied per metric
0.10–0.30 percentage points below	10%	Cumulative within month
> 0.30 percentage points below	20% (cap)	Total monthly cap across all KPIs

الاعتمادات والعقوبات)مثال(

ينبغي أن تكون الاعتمادات ذات أثر ملموس ولكن بحد أقصى يحمي استمرارية الخدمة .استخدم جدولاً متدرّجًا لكل مؤشر مع حد شهري إجمالي عبر جميع المؤشرات .ينطبق الجدول على التوافر والتأخير وفقدان الحزم.

مثال حسابي :إذا كان الهدف الشهري للتوافر 99.90٪ والفعلي 99.72٪)انحراف 0.18 نقطة مئوية(، يكون الرصيد 10٪ من الرسوم الشهرية للخدمة .إذا تعددت المؤشرات المُخلة، طبّق الحد الأقصى المعلن)مثلاً 20٪(.

مقدار الانحراف عن الهدف	رصيد)٪ من الرسوم الشهرية(	ملاحظات
تحقيق الهدف أو أعلى	0٪	لا يوجد رصيد
نقطة مئوية أقل 0.10 ≤	5٪	يُطبق لكل مؤشر
نقطة مئوية أقل 0.30–0.10	10٪	تراكمي خلال الشهر
نقطة مئوية أقل 0.30 <	20٪ (حد أقصى)	حد شهري إجمالي عبر جميع المؤشرات

ANNEX A: AVAILABILITY VS. DOWNTIME

Use this reference to translate percentage targets into the maximum allowed downtime for a 30-day month and a 365-day year.

Availability	Max Downtime / Month (30 days)	Max Downtime / Year (365 days)
99.000%	432.00 minutes	5256.00 minutes
99.500%	216.00 minutes	2628.00 minutes
99.900%	43.20 minutes	525.60 minutes
99.950%	21.60 minutes	262.80 minutes
99.990%	4.32 minutes	52.56 minutes
99.995%	2.16 minutes	26.28 minutes
99.999%	0.43 minutes	5.26 minutes

الملحق أ :التوافر مقابل زمن الانقطاع

يوفر هذا المرجع ترجمة الأهداف المئوية إلى أقصى زمن انقطاع مسموح لشهر من 30 يومًا ولسنة من 365 يومًا.

توافر الخدمة	أقصى انقطاع /شهر)30 يوماً(	أقصى انقطاع /سنة)365 يوماً(
99.000%	432.00 دقيقة	5256.00 دقيقة
99.500%	216.00 دقيقة	2628.00 دقيقة
99.900%	43.20 دقيقة	525.60 دقيقة
99.950%	21.60 دقيقة	262.80 دقيقة
99.990%	4.32 دقيقة	52.56 دقيقة

99.995%	2.16 دقيقة	26.28 دقيقة
99.999%	0.43 دقيقة	5.26 دقيقة

ANNEX B: GLOSSARY

- 5QI: 5G QoS Identifier defining delay/loss budgets and priority.
- AMF/SMF/UPF: Core functions for access/session management and user plane.
- KPI vs. KQI: Indicator vs. customer-perceived quality (e.g., MOS).
- NWDAF: Network Data Analytics Function for 5G analytics.
- SLA/SLO: Contract vs. objective.
- S-NSSAI: Single Network Slice Selection Assistance Information.
- URLLC/eMBB/mMTC: 5G service families.

الملحق ب: المصطلحات

- 5QI: معرّف جودة خدمة في 5G يحدد ميزانيات التأخير/الفقد والأولوية.
- AMF/SMF/UPF: وظائف النواة لإدارة الوصول/الجلسات والمستوى المستخدم.
- KPI مقابل KQI: مؤشر قياس مقابل جودة خبرة العميل (مثل MOS).
- NWDAF: وظيفة تحليلات بيانات الشبكة في 5G.
- SLA/SLO: اتفاقية مقابل هدف.
- S-NSSAI: معلومات مساعدة اختيار شريحة الشبكة.
- URLLC/eMBB/mMTC: عائلات خدمات 5G.

DISCLAIMER

This handbook is a technical reference, not legal advice. Final SLA wording and targets should be adapted to your network design, regulatory environment, and customer commitments.

إخلاء مسؤولية

هذا الدليل مرجع تقني وليس نصيحة قانونية. ينبغي تكييف صياغة SLA وأهداف العملاء والتزامات المعمول بها واللوائح تصميم شبكتك وفق.